

**UNIVERSIDAD CENTRAL (MADRID)**  
**FACULTAD DE MEDICINA**



**TESIS DOCTORAL**

**Modificaciones que imprime en la anatomía del cuerpo humano, el ejercicio físico, y acción del mismo sobre algunos fenómenos íntimos de la vida fisiológica**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR

**Epifanio Belli Castiel**

**Madrid, 2015**

82-7-4

No.  
E 2705 (2834)

Modificaciones que imprime en la anatomía  
del cuerpo humano, el ejercicio físico, y acción  
del mismo sobre algunos fenómenos íntimos de  
la vida fisiológica.

Memoria

que para obtener el grado de Doctor presenta  
el doctorando

Epifanio Belli Castiel

---

MODIFICACIONES QUE IMPRIME EN LA  
ANATOMIA DEL CUERPO HUMANO, EL E-  
JERCICIO FISICO, Y ACCION DEL MIS-  
MO, SOBRE ALGUNOS FENOMENOS INTI-  
MOS DE LA VIDA FISIOLOGICA.

---oOo---

M E M O R I A

que para obtener el grado de Doctor presenta el doctorando

EPIFANIO BELLI CASTIEL.

EXCELENTISIMO SEÑOR:

Señores:

En los actuales momentos en que despues de llevar celebrados en España dos Congresos contra la Tuberculosis, aun no se ha dicho la última palabra acerca el descubrimiento del agente terapéutico que con realidad práctica pueda combatir al bacilo de Koch, y de cuyas asambleas ha salido ~~se~~ una orientacion encaminada mas que ha curar, á prevenir el contagio de dicha enfermedad, buscando los salvadores recursos en una higie-

ne social; al mismo tiempo que, siguiendo por línea paralela parece surgir en nuestro país un ambiente en la opinión, favorable á la difusión de determinados procedimientos de educación física; entendemos que es de gran oportunidad aprovechar las actuales circunstancias, para actual haciendo una labor intensiva á beneficio de la conservación y mejoramiento de la raza.

Nadie mas indicado que nosotros para prestar atención á un problema que tiene la Medicina por resolver, y que mientras la solución de aquel, no se presente, obligará á representar al médico el doloroso y resignado papel, de ir

recogiendo y ausiliando sin esperanzas de éxito, á los desdichados, que en la trágica lucha contra la Tuberculosis, llegan á la última escena, sin mas alivio que la tétrica vision de la muerte contra la que en lucha desigual han de caer indefectiblemente vencidos.

Si interin se prosiguen los ensayos para llegar á formular el anhelado tratamiento, reconocemos que el porvenir hay que buscarlo en procedimientos higiénicos que protejan á la colectividad contra el contagio del mal, y si recordamos que la raza no solo pelagra ante las acometidas de la tuberculosis, sino que tambien ha de librarse de las asechanzas del alcohó-

lismo y de la sífilis; procurandose medios para conseguir constituciones robustas dotadas de cerebros cuyo psiquismo se traduzca en férrea voluntad, que haga del hombre el ser dotado de una energía vital, que se derive consecutivamente en prepotencia de una raza; así como también, si tenemos en cuenta que con dichos medios hemos de lograr que los efectos repercutan, no solo sobre la parte física del individuo, haciéndole fuerte para resistir y utilizar con economía su caudal de fuerzas en la lucha por la asistencia; sino que, también ha de sentir el influjo en su mo-

ral, haciendole mas apto para cumplir los deberes sociales; se comprenderá porque nos proponemos hablar de un procedimiento higienico tan apropiado, como es el ejercicio fisico para conservar la salud y perfeccionar al individuo.

Ahora bien al tratar del desarrollo armónico del individuo por el ejercicio fisico, no queremos decir ni nos proponemos hallar sus beneficios, practicando el ejercicio por el ejercicio mismo; es decir, de una manera empirica y sin preveer el resultado final, sino que muy al-contrario entendemos que antes de echar mano de la gimnastica, es preciso conocer los resortes de la maquina humana



y las Leyes que la rigen, para que así con perfecto conocimiento podamos asegurar previamente, el resultado que obtendremos y las modificaciones que se habrán de establecer sin que por ellas se rompa el equilibrio del tipo primitivo.

Para llegar á lo que nosotros pretendemos, salta á la vista que hemos de ser tributarios de la anatomia y fisiologia; pues bien, á recordar algunas datos anatomo-fisiologicos y á contribuir aunque modestamente á dignificar la educacion fisica, arrebatandola, de las manos del empirismo y encauzandola por la ancha via de los conocimientos

cientificos, es á lo que tiende nuestro trabajo.

--oOo--

MODIFICACIONES QUE IMPRIME DE LA ANATOMIA DEL CUERPO HUMANO EL EJERCICIO FISICO, Y ACCION DEL MISMO, SOBRE ALGUNOS FENOMENOS INTIMOS DE LA VIDA FISIOLOGICA.

\*\*\*\*\*

ACCION DEL EJERCICIO FISICO SOBRE EL HUESO.

Siendo el esqueleto el armazón y sostén del cuerpo, nos parece lo mas natural empezar nuestro estudio, por las piezas que constituyen dicho sistema oseo.

No se nos oculta que al tratar de intervenir en el desarrollo de los huesos asi como tambien en el de los demas sistemas del organismo, hemos de hacerlo con ciertas

limitaciones, ya que tratandose de seres vivos hemos de respetar las Leyes biológicas que le rigen y por lo mismo, no podemos moldearle á nuestro antojo de la manera que hace el escultor que al concebir su obra no tiene otros límites que los de su imaginación, ni mas leyes que las que le sugiere la fantasía.

Nosotros, por el contrario, hemos de tener presente que en el desarrollo del individuo juega la raza un importante papel, hasta el extremo que á la herencia, se le atribuye el factor que determina la forma del organismo; de tal modo que nuestra acción, no puede llegar hasta el ex-

tremo de alterar el tipo evolutivo de un ser. Asi tambien, teniendo esto en cuenta no podemos modificar los limites de la especificidad armónica, dentro de los cuales se desarrolla el esqueleto, y si unicamente favorecer su desarrollo normal á beneficio de acciones fisicas ó troficas.

Si bien es cierto que el proceso osteogenico tiene su mayor actividad durante la vida intrauterina; sin embargo, desde el nacimiento del feto, hasta que los osteoblastos pierden su cualidad secretora, muriendo empotrados en la materia fundamental, dando origen al hueso definitivo; transcurre un grande espacio del tiempo, durante el

cual la contraccion del hueso puede ser modificada por el ejercicio, ya que actuando este sobre la circulacion y nutricion en general, ha de hacer sentir forzosamente sus efectos sobre aquel en vias de formacion y crecimiento.

En el hueso tiende á adaptar su forma á la funcion que le está confiada, como así lo demuestran las superficies articulares cuya forma está en relacion con la extension del movimiento articular; así tambien, puede observarse el cambio de forma en los huesos que dan insercion á musculos cuyo trabajo sea exagerado; pues en todo el trayecto del hueso donde se verifican las inserciones de di-

chos musculos, se nota un engrosamiento ó cresta. No hay mas que comparar el femur de un niño, el de una mujer, y el de un hombre; en el primero, un corte transversal, nos presenta el hueso una seccion circular; en el segundo, ya es menos limpia dicha seccion, nótese una ligera eminencia; y en el tercero, nos presentará la seccion una linea muy manifiesta en los puntos, donde se insertan las porciones de los musculos extensores. Notase, que en el niño es circular el corte, y coincide la forma con la falta de funcion de los musculos extensores; y es, que el niño apenas ha andado; en la mujer, que ya ha practicado la deambulacion,

aunque de una manera moderada, nótase los efectos de la función: y se presenta en el hombre, que por su condición especial tiene que ejercer más el movimiento de la marcha, una rugosidad que sirve para facilitar las inserciones musculares. Esta fuerte base de adhesión que da el hueso al músculo, se traduce á su vez en un engrosamiento del hueso, pues solicitado este constantemente á seguir en su función al muslo que trabaja, modifica su nutrición.

El crecimiento en longitud del hueso se hace á beneficio de la proliferación y transformación, en tejido óseo del cartilago epifisario, y sabido es, la influencia



que sobre la talla ejerce el someter á los niños á trabajos prematuros, ya que un trabajo pesado, dá lugar, á que los huesos se engruesen y se acorten, porque debiéndose el crecimiento del hueso á la proliferacion y transformacion del cartilago epifisario, el ejercicio activa la osificacion de este; y al soldarse con las diafisis del hueso, para el crecimiento y por lo mismo disminuye la talla del individuo.

Asi vemos pues que el ejercicio, modifica la forma, el grosor, y la longitud del hueso.

## ACCION DEL EJERCICIO SOBRE EL MÚSCULO/

El sistema muscular, es la cubierta que reviste mas inmediatamente á los huesos, y al mismo tiempo actuando de intermediario entre el sistema nervioso y aquellos, es el encargado de mover las palancas oseas, dando lugar con el movimiento, y teniendo en cuenta la gran masa muscular del cuerpo á que influya poderosamente en los cambios nutritivos del organismo. Asi pues por las razones de contigüedad con los huesos, asi como por el papel primordial que desempeñan en las funciones de relacion, creemos de este lugar el estudio de los musculos.

Si recordamos el escaso desarrollo muscular de un individuo enclenque y desmedrado, y lo comparamos con el que dicho sistema alcanza en otro sugeto que haya practicado el atletismo, nos parecerá á primera vista considerado, que entre un tipo y otro, hay una serie de graduaciones en los regimenes musculares, susceptibles cada uno de ser alcanzado á voluntad, mediante el ejercicio, pero si ahondamos un poco mas en la cuestion, nos encontraremos, con dificultades originadas por las condiciones de raza y temperamento de una parte, y por el conocimiento especifico que entraña el coeficiente individual, de otra.

La raza y el temperamento imprime carácter al desarrollo muscular; así vemos que en la raza blanca y temperamento sanguíneo, alcanzan los músculos mayor desarrollo que en la raza árabe y temperamento hervioso, ya que en estos tipos, el músculo es muy delgado y duro, aunque no ceda en energía al de los primeros. El camino que sigue el desarrollo normal del músculo, no está solamente trazado por las influencias de raza y temperamento; sino que debido á su cualidad histológica, la fibra muscular, una vez ha llegado al estado adulto, no es capaz de multiplicarse, y como la producción de nuevas fibras cesa ya en la vida intra-uterina,

de aquí que el desarrollo muscular no podamos llevarle mas allá, de lo que nos permitan los límites personales del individuo.

De modo que, debido al coeficiente muscular individual, no podemos pensar en introducir ninguna modificación que contradiga ó este fuera de los límites de su evolución. Ahora bien dejando aparte el desarrollo normal de un musculo, podemos no obstante en cualquier momento de su vida, dotarle de una particular cualidad que, se llama hipertrofia, cualidad que se caracteriza por un aumento notable del volumen y de las condiciones fisiológicas del musculo.

Como el sistema muscular no escapa á las Leyes generales del organismo, y sabemos " que la funcion crea el órgano" claro está que aun no tomando al pie de la letra; sino mejor interpretando la Ley, aunque no podamos crear el órgano á medida de nuestro deseo no cabe duda que en parte podremos modificarlo, valiendonos del ejercicio, hasta alcanzar, sino el aumento del volumen por creacion de fibras nuevas, por lo menos un desarrollo proporcional al número de fibras preexistente, dando lugar á la hipertrofia del órgano.

Al mismo tiempo, los musculos pueden efectuar la misma cantidad de trabajo bajo formas diferentes; pero se

nota que los que se dedican á trabajos violentos, y no desplazan mucho el brazo de palanca, adquieren la forma gruesa y corta, mientras que los que desplazan mucho los segmentos oseos, sin producir un grande esfuerzo, son largos y delgados.

De modo que el músculo adapta su forma á la función que le está encargada de todo lo cual, podemos deducir que el ejercicio modifica la forma y el volumen del músculo.

-----oOo-----

#### ACCION DEL EJERCICIO SOBRE LA FORMA GENERAL DEL CUERPO/

No cabe duda, que aun en los individuos que no po-

seen en alto grado el sentimiento de belleza, y que no profesan gran admiracion por las soberbias manifestaciones del arte, se nota no obstante en ellos una concepcion bastante clara y precisa de la armonia que ha de imperar entre las diferentes partes ú órganos que constituyen el ser humano; de modo que, hay en la colectividad un común sentir, una manera tan igual de apreciar las proporciones armonicas que han de guardar en el individuo unos órganos con relacion á otros, que ello dá lugar á la creacion de un organismo tipo.

Organismo tipo, que quizás no estára conforme con las reglas artisticas mas elementales, porque su creacion es



hija, no de un profesional que en la confeccion se ajusta á medidas y reglas previamente establecidas, sino que su origen viene de comparaciones establecidas de una manera empirica, por la multitud, entre individuos de una misma raza, de modo que para el instintivo sentir del vulgo, es tipo perfecto relativamente, el individuo que resume los <sup>r</sup>astos comunes ó los caracteres mas salientes de la raza.

Siendo de notar al mismo tiempo, en esa creacion de la colectividad, que en la nocion de forma involucra la idea de robustéz, de modo que á pesar de la influencia in-

discutible, de la moda, en virtud de lo cual un individuo desmedrado es elevado á la categoria de tipo preferido, tanto mas sien su favor coadyuvan las hechuras de un buen sastre, no por esto es considerado como tipo de una raza, el individuo que lleva la cabeza baja, flexionada la columna vertebral, que tiene el pecho corto y deprimido, las espaldas caidas y dirigidas hacia delante, el vientre prominente y la curvadura lumbar exagerada; y es porque aparte de la falta de armonia entre las partes del cuerpo, carece de la expresion del hombre vigoroso y en posesion de la robustéz, sin la cual no se concibe el tipo creado por la coledtividad.

Así pues, nos parece que ni el mas exigente, tendrá nada que objetar si sintetizamos el general sentir es el tipo siguiente: cabeza ergida, pecho largo y saliente, hombros bien emplazados sin caer afuera ni adelante, espalda recta, vientre deprimido, sin exageracion, recogido por las masas musculares, y curvatura lumbar normal, poco exagerada.

Por una observacion lugera, pronto echamos de ver que la inmensa mayoria de nuestros semejantes, dejan mucho que desear en cuanto á belleza se refiere, y conste, que al hablar de belleza, no nos referimos unicamente á la armonia

de los rasgos fisiómicos, sino á la del conjunto de las distintas partes del cuerpo; es decir, á la justa proporción que dá lugar al tipo de la raza, en cuya belleza todos coincidimos. Esta falta de belleza en el individuo se debe al desarrollo irregular que siguen las partes constitutivas del mismo en su evolución, debiéndose esa anomalía, unas veces á causa de origen interno, y otras veces á factores externos. A nosotros en este lugar, únicamente nos interesa el estudio de las últimas, y aun nos detenemos en ellas mas, por la relación que tienen con el ejercicio y partes del organismo, sobre las cuales este actúa, que sobre sus pro-

pías cualidades.

A grosso modo, las partes en que podemos descomponer la somática de un individuo, son: un eje ó columna vertebral en cuyo extremo superior se implanta la caja craneana; un poco mas abajo, encontramos un anillo ó cinturón movable formado por los huesos clavícula y omoplato; á uno y otro lado de dicho eje, se implantan las costillas, para formar la jaula torácica; en su parte inferior, la columna vertebral, toma asiento sobre otro cinturon oseo ó inamovible, hallando entre esta y la caja torácica la cavidad addominal, y por fin del anillo superior antes mencionado, parte las extremidades

~

torácicas, así como las extremidades inferiores sirven de apoyo á la pelvis y por lo mismo son el sostén de todo el cuerpo.

Descompuesta en las partes que acabamos de enumerar la máquina humana, vamos á ver los efectos del ejercicio sobre su aspecto general, y para ello empezaremos por examinar las modificaciones sobre el esqueleto.

Ya hemos dicho, que la soldadura de las epifisis de los huesos, pone término al proceso de osificación, y esto ocurre aproximadamente al cumplir el individuo los veinte y cinco años; á partir de aquí, todo engrosamiento ó

reconstitucion del hueso, se debe á los materiales de nutricion que le proporciona el periostio. Sabemos tambien, que el crecimiento del esqueleto se hace por etapas; asi, de los siete á los ocho años, el niño crece mucho, se para entre dicha edad y los trece años, para crecer marcadamente una vez ha cumplido esta edad; asi tenemos pues, un largo periodo de tiempo á contar desde el nacimiento hasta que el individuo alcance los veinte y cinco años, en que podemos influir sobre la talla que esta ha de tener; y en efecto, dejando aparte las condiciones etnicas é individuales, se ha podido apreciar

que los niños sometidos á un ejercicio bien dirigido, han alcanzado un mayor desarrollo en la talla, que otros de la misma edad y paracidad condiciones, á los que no se les ha educado físicamente.

Conste, que hablamos de un ejercicio ordenado, porque no se nos ocultan los perjuicios que se pueden irrogar áun esqueleto en vias de desarrollo si se le somete á un ejercicio exagerado; pues así como una buena educacion física, favorece el desarrollo, un trabajo exagerado, ó el ejercicio mal dirigido, dá lugar á que se precipite la osificacion, y por consiguiente, á que



para el crecimiento por la soldadura de la epifisis, impidiendo con este mecanismo que el hueso crezca en longitud.

*No* todas las deformaciones del esqueleto son debidas al ejercicio mal orientado, sino que hay deformidades, que obedecen á posiciones viciosas; de modo que, encontramos faltas de armonia que tiene por origen una accion pasiva, es decir, que debido á adoptar durante el ejercicio una mala actitud, que desviam ~~con~~ el eje del cuerpo de su direccion normal, hace que dos partes del cuerpo, que guardan relacion inmediata, pierdan en su enlace

la orientacion que ordinariamente guardan entre si, y con el fin de restablecer el habitual equilibrio se buscan compensaciones que dan lugar á una deformidad. Asi es, que contra lo uqe pudiera creerse á primera vista, no todas las desviaciones son producidas por la accion activa de la contraccion muscular mal administrada; antes bien, hay falsas posiciones de las palancas oseas, que, debido á la gravitacion del cuerpo, y al trastorno de la nutricion del hueso, dan motivo, á que quede establecida una desviacion, si la falsa actitud se repite con frecuencia.

Para evitar tan funestas consecuencias, es, necesario procurar, que cuando dos segmentos oseos tengan que actuar como sosten, guarden entre si una relacion lo mas aproximado posible á la linea recta, con el fin de que el equilibrio, quede establecido sin gran esfuerzo muscular; asi vemos, que cuando el individuo guarda la estacion de pié, todo lo que tienda á desviar las distintas partes del cuerpo de la linea vertical, hace que el centro de gravedad se salga fuera de la base de sustentacion, y motivando la perdida del equilibrio, obligue á

entrar forzosamente en contraccion á las masas musculares para restablecer la estabilidad perdida, y al perder las partes duras su normal disposicion, queda el individuo deformado.

Las desviaciones ó aumento de las curvaturas normales de la columna vertebral, son debidas á dicho mecanismo; cualquier aumento de diametro de alguna de ellas, trae como consecuencia, la compensacion por parte de las otras, y el resultado final, es la deformacion de todo el eje vertebral. La exageracion de la convexidad en la región de las vertebrae dorsales, dá lugar á

la exageracion de la curvatura cervical, porque la convexidad dorsal exagerada, dirige la cabeza hacia abajo, y como para mirar hay que levantarla hasta la linea horizontal, al hacer esta rectificacion como consecuencia de la desviacion primera, es cuando se produce deformidad cervical.

Cuando llevamos dicho sobre la estacion de pie es aplicable á la posicion sentada; un exceso de rigidez en el talle, dá lugar á que se exagere la curvatura lumbar. Si al sentarse se peca por defecto y se inclina demasiado el cuerpo hacia adelante se obtiene una convexi-<sup>x</sup>

inclinando demasiado el cuerpo hacia adelante, se obtiene una convexidad <sup>x</sup> exagerada en la región dorsal; también se establece una cifosis generalizada a toda la columna vertebral, si el individuo tiene por costumbre sentarse en el borde de la silla, dirigiéndose el cuerpo hacia atrás, y no hay que hablar de las escoliosis producidas por la mala posición adoptada para la escritura, y observada en los escolares, por que de esto, hablan bien claro las estadísticas.

En cambio no observaremos desviación ninguna,

en el sujeto que al sentarse, lo hace apoyando en el asiento las nalgas y muslos, y en el respaldo la convexidad dorsal; adoptando esta actitud, se obliga a los huesos vertebrales a que guarden una disposicion entre si, tan parecida a la que formaria un tallo rigido, que apesar de estar articulados presentan un equilibrio tan estable, que no necesitan para la sustentacion del cuerpo apenas esfuerzo alguno, y por lo mismo, evitando las compensaciones no se establece la deformidad.

Se motiva tambien una desviación manifiesta, cuando apoyamos todo el peso del cuerpo sobre una pierna en la estación de pie. Si esta es la izquierda, apreciamos que la cadera del lado opuesto está mas baja, y queda en flexión la pierna del lado correspondiente, mientras que el hombro izquierdo se inclina hacia fuera, para hacer de contrapeso, doblando la columna vertebral, en el sentido de mirar la convexidad hacia el lado derecho.

Por el mismo mecanismo se originan las defor-



midades de las extremidades inferiores; así las fatigas profesionales de los adolescentes, dan lugar a que dada la disposición anatómica de la rodilla, al hacer un esfuerzo, esta tenga tendencia a flexionarse hacia su parte externa, comprimiendo el cóndilo externo del fémur, y tendiendo por el contrario a separar el cóndilo interno de la cara articular de la tibia, originando la deformidad genu-valgum de origen epifisario. También la pérdida de la normal relación de la pelvis con el fémur, produce desviaciones; y esto se observa en los

sugetos que tienen por costumbre el uso del calzado con tacones altos; estos, obligan a flexionar las articulaciones de la rodilla y coxo femoral, dando al cuerpo una actitud de zig-zag: Asi tambien se observa en el carpintero una deformacion en el pie derecho debida a la costumbre de apoyarse sobre el borde interno del mismo, al cepillar la madera.

Y asi, siguiendo por el camino emprendido, podriamos ir citando hasta la saciedad, una serie de observaciones, si no temieramos caer en una repiticion de he-

chos, que son los mismos en realidad con solo variar la forma.

Vistas las modificaciones que imprime el ejercicio sobre el esqueleto, vamos a estudiar las que pueden obtenerse en el sistema muscular considerado desde un punto de vista general, de modo que, pretendemos poner de relieve aquellas modificaciones que el ejercicio motiva en los musculos, y que a su vez dan lugar a una expresion particular de la forma exterior y complexión general del sujeto.

No cabe duda, que ninguna modificación podemos verificar en la histología del músculo, pues no nos es dable restar ni añadir elementos nuevos de constitución, pero no se puede decir otro tanto en lo que hace referencia a su estructura, ya que puede el ejercicio proporcionar una dureza y elasticidad, que antes no tenía el músculo, haciéndole así mas resistente a la acción de traumatismos y menos doloroso a las presiones o golpes a que constantemente esta espuesto. Por virtud del ejercicio, los tegidos se endurecen y claro está, que el muscular, no

ha de ser una excepcion. Ocurre al hombre lo que a los animales, aquellos cuya manera de vivir es apacible, como pasa con los animales domesticos, en los que por su condicion especial no tienen que inquietarse, por no ser perseguidos ni se han de mover y luchar para alcanzar su comida habitual, observamos que sus carnes son fofas y tiernas; en cambio, en las bestias salvajes y sobre todo en las carnivoras, que son constantemente perseguidas, y han de estar a la vez en constante acecho, para proporcionarse el alimento; a conse--

cuencia de su huir constante, y perseguir sin cesar a las presas que han de devorar, les engendra el constante movimiento, un cambio de estructura en sus tejidos que se traduce por una dureza extraordinaria. Asi tambien, el hombre que lleva una vida sossegada ò sedentaria de bufete, tiene una complexiòn muscular mucho mas blanda, y es mas sensible al dolor, que el individuo que durante su vida se ha dedicado a trabajos duros o à ejercicios violentos, como ocurre con los trabajadores del campo y boxeadores.

Ya hemos visto anteriormente, que el ejercicio producía en aumento de volumen del musculo, y no solo influye sobre su volumen. sino que segun la clase de ejercicio ~~no~~ segun la amplitud del movimiento, el musculo cambia de forma, se atrofia, o ~~hipertrofia~~ hipertrofia, en su parte muscular o carnosa,

El musculo que se dedique a ejercicios de fuerza estatica, sera corto y grueso, en cambio, el que se dedique a trabajo ligero, pero que necesite amplitud de movimiento, adquirira la forma larga y

delgada, aunque en último resultado la cantidad del trabajo desarrollada por uno y otro sea la misma. La contracción del músculo, mantiene la parte carnosa del mismo; en cambio, el reposo le atrofia, haciendo que parezca se hipertrofia el tendón, cuando en realidad lo que se atrofia es la parte roja; vemos el pectoral que es el músculo de poca amplitud el movimiento, y su forma es corta y de complexión es carnosa; tenemos el sartorio, cuyos movimientos son extensos, con el fin de flexionar la pierna y su forma es delgada y



larga. Observemos los musculos de la pantorrilla de un viejo, y veremos que en ellos un predominio de tendon, a la vez que su parte carnosa es muy delgada; mientras que si observamos los de una bailarina, notaremos que su parte carnosa llega casi hasta el talon, debido al constante ejercicio a que estan sometidos, cuando han de poner el pie en extension forzada en algunos ejercicios del baile.

Todos estos cambios en los musculos, se han de traducir forzosamente en el aspecto exterior del

sygeto, y así vemos que muchas veces la sola vista del individuo, nos da idea del ejercicio y profesión a que se dedica. El tipo del sugeto nos pone en antecedentes de cual es su condición; no hay más que ver a un obrero del campo con sus manos callosas, y con tendencia a tenerlas en constante flexión, como consecuencia del predominante desarrollo de los músculos flexores, ocasionado por la clase de ejercicio a que se dedica, para que no se le confunda con el empleado de despacho, o con el profesional del bufete.

Y no se crea que sólo es posible establecer esas diferencias entre individuos cuyos oficios les establezca la gran línea divisoria de dedicarse a una labor de actividad, o a un trabajo ~~sedentario~~, sino que aun dentro de un grupo de hombres habituados al ejercicio, podemos diferenciar entre ellos la clase de ejercicio a que se ha dedicado; la hipertrofia muscular generalizada en los luchadores de ~~greco-Romana~~, les da una configuración bien distinta a la del sujeto que se dedica al ejercicio de la esgrima; la pesadez y embarazo de la cubierta muscular del pri-

mero, no es confundible con la elegancia y esbeltez del tipo y la agilidad de movimientos del segundo; y ello, es debido a que el primero se dedica a ejercicios estaticos lentos pero intensos (su representante en la escala zoológica seria el buey) mientras que el sugeto que se dedica a la esgrima, se mueve, tiene amplitud en su ejercicio, y por esto ~~se~~ posee la ligereza del ciervo.

Ademas del tegido muscular, hay otros tejidos que tambien contribuyen a cambiar la forma ge-

neral del sugeto; nos referimos al tejido adiposo. Encontramos la grasa repartida por todo el organismo formando un cojinete debajo de la piel, colocado alrededor de las vísceras, y también rellenando los huecos que existen entre los <sup>cu</sup>muslos; como sabemos, su papel es dar morvidez a las formas, y suministrar elementos de combustión, cuando el organismo los necesite; y como veremos mas adelante, el organismo consume mayor cantidad de grasa dada una misma constitución del sugeto, siempre que este se dedique a

una labor que ponga en ejercicio al musculo, de modo que, asi como hemos visto, que mediante el ejercicio los musculos aumentan de volumen, al tejido adiposo le ocurre todo lo contrario; a mayor contraccion muscular mas perdida de grasa. Asi vemos, en los sujetos que se dedican a ejercicios fisicos, que a igual volumen, teniendo la misma corpulencia, que otros dedicados a una vida sedentaria, tiene mucha menos cantidad de grasa que estos, y estas diferencias no solo se notan comparando sujetos distintos, sino que, aun

en el mismo individuo se puede apreciar un notable cambio entre la región que ejerce movimiento y la que pertenece inactiva. Esto se nota de una manera muy manifiesta, en los individuos adiposos que ~~se dedican~~ a la esgrima; la primera grasa que pierden es la de los brazos y piernas, pasando por un periodo de transición en que brazos, piernas y pecho, sobre estar ágiles se presentan musculosos y sin grasa, y en cambio le agobia todavía un coginete adiposo en <sup>el</sup> abdomen, que ~~de~~ turba la tranquilidad, hasta que ~~andando~~ el tiempo lo ven

desaparecer. Retardo, que es producto de la diferencia de actividad a que esta sometida esta region comparada con las otras.

Mediante el trabajo muscular, el tejido adiposo sufre modificaciones quimicas, pues debido al mayor acumulo de sangre en los musculos, se activan las oxidaciones, y estas combinaciones quimicas, que dan lugar al desprendimiento de calor, encuentran en la grasa constituida por hidrogeno y carbono, los elementos habidos de oxigeno para que aquellas tengan lugar; de



modo que, como a mayor contraccion, mayor consumo de calorico, y este lo proporciona el tejido adiposo, resulta que, cuando mas ejercicio practique el individuo, mayores han de ser las perdidas de grasa.

-----oOo-----

#### ACCION DEL EJERCICIO SOBRE EL CITURON TORACICO.

Contribuye mucho tambien a cambiar la forma, y disposicion anatonica del sugeto, la relacion que guarde con las demas partes del cuerpo el cinturon toracico, constituido por la clavícula y el homoplato. La clavícula, se articula con el esternon, por un

extremo, y con el homoplato por el otro; pero como el homoplato, ya no tiene articulacion con ningun otro hueso del tronco, resulta que el hombre está dotado de una extraordinaria movilidad, pues en ultimo resultado, homoplato y clavícula, no tiene otras articulaciones que les preste punto de apoyo, mas que el externo-clavicular. Así pues la topografia, la disposicion que guarda el hombre en los diferentes individuos, es muy variada, ya que depende su situacion de la accion que sobre el, ejercen los musculos que le dan fijeza. De modo que, se-

gun alcance mayor esfuerzo los musculos de una region o de otra, el hombro se inclinara hacia las masas musculares, que obtengan mayor fuerza, y como el alcanzar esta depende de las condiciones de actividad del musculo, siempre hemos de vigilar, la forma en que entran en juego, para que no trabaje con predominio un musculo y ocasiones la atrofia de otro y venga la deformacion de toda la region, como consecuencia del desequilibrio dinamico muscular.

Veamos pues los musculos encargados de fijar

y mover las articulaciones del hombro para saber, en que condiciones funciona con perfecto equilibrio. y en que caso se rompe el funcionamiento fisiológico. Aquí, hay que distinguir tres grupos musculares; los que mantienen fijos al cuerpo la clavícula y homoplato; los que sostienen el humero contra la cavidad glenoidea; y los que aproximan el brazo hacia el cuerpo.

Entre los primeros, tenemos el gran serrato que al insertarse en el homoplato, se divide en tres porciones: la superior, que <sup>se</sup>inserta en la cara ante--

rior del angulo superior de dicho hueso; la porcion media, que lo hace a todo lo largo del borde espinal; y la porcion inferior que toma origen en la cara anterior del angulo inferior. Por su porcion superior, este musculo se emplea para bajar el hombro, mientras que sus porciones media e inferior, le elevan. Este musculo considerado en conjunto, es depresor del mion del hombro, y aplica el homoplato contra el torax.

El trapecio, es otro musculo que ayuda al gran serrato, en su papel de aplicar el homoplato contra las costillas. Ocupa la nuca y parte superior del dor-

so, dividiendose tambien en tres porciones, para insertarse la superior en el tercio externo del borde posterior de la clavícula; la media, salen sus fibras transversalmente y van a insertarse en un manojito aplanado formando por fibras inferiores del mismo musculo, y cuyo manojito, está situado en el intersticio de la cresta o espina del homoplato para salir de aqui con él, hacia el acromion cuya extension recubre, y la porcion inferior, se dirige hacia arriba y se inserta por medio de un tendon aplanado de forma triangular, en un tuber-

culo situado a un centimetro por fuera del borde espi--  
nal, continuandose por el intersticio de la cresta,for-  
mando una membrana aplanada que como hemos dicho antes,  
se continuan hacia el acromion. Si se contraen todas  
las fibras a la vez, o si se contraen solo las de la  
porcion media dirigen el homoplato hacia atras,aproxi-  
mandolo a la linea media; si entran en funcion las fi-  
bras que se insertan en la clavícula, o las de la por-  
cion inferior, elevan el muñon del hombro, pues aunque  
estas ultimas tiran del hueso hacia abajo, como, el ho-

homoplato, se mueve sobre la clavícula, como si este fuera su eje alrededor del cual gira, resulta que toda fuerza que obre haciendo descender el cuerpo empuja por el contrario su ángulo superior externo; y por fin, los hechos confirman, que el trapecio en unión del gran serrato, mantiene aplicado el homoplato a las costillas.

El romboideo, situado en la parte superior del dorso, concurre a mantener aproximado el homoplato a la columna vertebral, pues sus fibras, dirigiéndose oblicuamente hacia abajo y afuera, desde su primera inser-



cion van a parar a toda la porcion del borde espinal, situada por debajo de la espina; de modo que, al entrar en contraccion, eleva el borde del hueso en el cual se inserta y hace que descienda el muñon del hombro por el mismo mecanismo, a que nos referiamos, al hablar del trapecio, haciendo que se dirija hacia adentro y arriba, la porcion inferior del homoplato.

Elewa el angulo superior de la escapula, el musculo lateral del cuello llamado angular del homoplato; haciendo a la vez, que en consecuencia, baje el mu-

ñon del hombro por el movimiento de bascula del homop  
plato, al rededor de la clavícula; insertandose sus  
fibras en la porcion del borde espinal, situada por  
encima de la espina del homoplato. Como se ve no he--  
mos hecho mencion al enumerar los musculos del grupo  
que mantienen el hombro fijo al cuerpo, mas que de  
las inserciones movibles de los mismos, por conside--  
rar que son las unicas que nos interesan para nues--  
tro estudio.

Vamos ahora a examinar las masas musculares

correspondientes al segundo grupo, y que tienen por objeto mantener el humero aplicado contra la cavidad glenoidea. Son todos los que forman la region escapulo-humeral y como tanto sus inserciones fijas, como las movibles, tienen su asiento en los huesos del hombro, y en el del brazo, o sea dentro de la misma region objeto de nuestro estudio; para mayor claridad, en este grupo de m<sup>u</sup>sculos, haremos mencion de las dos inserciones de cada uno de ellos. Hemos de advertir tambien, que en <sup>a</sup>otra forma y parte de este grupo, un mus-

culo y una porcion de otro, que no corresponden a esta region anatomica, pero que su accion, ayuda a la funcion que esta encomendada a los musculos que estudiamos; nos referimos al coraco braquial, y a la porcion larga del triceps, que contribuye a elevar el brazo, y que por consiguiente creemos oportuno su inclusion en este grupo.

Los unicos musculos que exclusivamente cumplen la funcion de aproximar el humero al homoplato son; el redondo mayor, que tiene la insercion fija en la parte

externa del angulo anterior de la escapula, desde donde se dirige hacia la corredera vicipital del humero, en cuyo borde posterior, se inserta, y el coraco braquial, que se extiende desde la apofisis coracoides, hasta la parte media de la cara interna del humero.

Los demas, cumplen esta mision de una manera indirecta, de tal modo, que aqui tenemos el deltoides, que se inserta en la clavícula, en el acromion, en el borde posterior de la espina del homoplato, y en la impresion deltoides del humero; el supra espinoso, que

por un extremo, se inserta en la fosa supra espinosa, y por el otro, en la carita superior de la tuberosidad mayor del húmero; y la porcion larga del tríceps, que saliendo del ante-brazo viene a insertarse en el borde superior de la cavidad glenoidea, y todo ellos, son elevadores del brazo, concurriendo tambien a mantener la cabeza del humero junto a la escapula. Hay tambien los rotadores del humero, que son; el subescapular, que toma insercion en la fosa del mismo nombre, y en la tuberosidad menor del humero, y dirige este hueso hacia dentro;

el infraespinoso, que desde dicha fosa, se dirige hacia la tuberosidad mayor del humero para tomar insercion en la carita media y es rotador del humero hacia afuera, asi como, lo es el redondo menor, que partiendo del borde externo de aquel, va a insertarse a la carita inferior de la tuberosidad mayor, pero que, a pesar de su funcion especial, colaboran todos a aplicar la cabeza del humero contra la cavidad glenoidea.

Quédanos, por fin el ultimo grupo, o sea, los que aproximan el brazo al tronco, siendo a la vez lige-

ramente rotadores hacia el plano, y son; el pectoral <sup>interno,</sup> mayor, que por su insercion en el borde anterior de la corredera vicipital del húmero, y el gran dorsal, por insertarse en la misma corredera, coinciden en la funcion de aproximar el brazo al tronco, aunque el primero lleve el brazo adelantado, y el segundo lo dirija hacia atras.

El hombre, pues por su gran movilidad, y por estar su fijeza principalmente encargada a musculos, siempre que estos se atrofien, habran de producir necesariamente esas deformaciones tan frecuentes de hombros en a-



leta, levantados, o caídos, distintas modalidades, cuya forma dependiera de los musculos que se rebajen. Hay que tener en cuenta, que por la disposicion especial del hombro, y por el peso del brazo, este tiene tendencia a arrastrar hacia adelante el muñon del hombro, accion a la que ayuda al pectoral mayor, tirando del humero hacia el tronco, pero esta perdida de equilibrio no tiene lugar, si cumplen su cometido el trapecio, el romboideo, y el angular, que tienden a aproximar los bordes espinales de las dos escapulas, y a la vez los tiran hacia arriba,

de tal modo, que este es un dato muy importante, y que debe tenerlo en cuenta el profesor de educacion fisica, si no quiere que se deforme el alumno, al practicar determinados ejercicios gimnásticos.

Hay una verdadera lucha, siempre que el hombro entra en ejercicio, entre los musculos del plano anterior del pecho, y los del dorso, que se insertan en el humero; los del pecho tiran del brazo, y por ende del muñon del hombro, hacia adelante, mientras que los del dorso, tiran de la escápula hacia atras, y adentro, si cede à la sollicitud de los primeros, queda el hombro de-

formado; si los segundos conservan su tonicidad, el hombro queda enclavado en su sitio. De aqui pues la necesidad de procurar, que siempre en todo movimiento gimnastico de brazos, se muevan siempre los codos en el mismo plano transversal de las escàpulas, con el fin de que el movimiento se haga à beneficio del romboideo, trapecio, y segùn en que ejercicios, del gràn dorsal, pues no hemos de olvidar, que cuando un musculo entra en contraccion repetidamente, y con intensidad, tiene tendencia à cortarse, y por lo mismo à que se acerquen sus dos puntos de insercion; y como es natural, si pro-

curamos que sea el pectoral, el que se contraiga, tirando del húmero, acabaremos por hacer, que se acorte, y aproxime, el único punto de inserción movable, que tiene en la corredera escapular, dando lugar, a que arrastre la escapula hacia dentro y adelante.

De aquí, las deformaciones a que da lugar la gimnasia con aparatos. En esta clase de gimnástica, constituyen sus actitudes fundamentales los ejercicios llamados de suspensión y de apoyo. En la suspensión, efectuada en las anillas, y la barra fija, en las escaleras horizontal u oblicua, en el trapecio, o en cualquier o-

tro aparato destinado à ejercicios de suspension, resulta, que se invierte el orden natural de las cosas, ya que el cuerpo se apoya por los hombros y brazos, en vez de hacerlo, sobre la pelvis y extremidades inferiores, resultando de esta anormal actitud, que los hombros son separados del tronco, por la traccion que origina el peso del cuerpo, y entonces este, està suspendido de los brazos por los pectorales y grandes dorsales, pero siempre, con predominio del peitoral, ya que con el fin de ahorrar fuerza el individuo, hace actuar à los musculos del pecho, contrayendo por consiguiente los pectorales,

y relajando los músculos del dorso; y como à la vez de permanecer en extension el gran dorsal, que es el que principalmente toma parte en esta actitud, no es el encargado de tirar hacia atrás à las escapulas, ocurre, que de la constante repetición de este ejercicio, adquieren vigor los pectorales, en detrimento de las fuerzas que debieran alcanzar el romboide, trapecio y angular, que son los que tirarían del homoplato hacia atrás, evitando la inclinación del muñón del hombro hacia adelante, que es la actitud que forzosamente se ha de adoptar dada la forma en que se hace el ejercicio en el presente

caso. Unicamente se puede evitar esas deformaciones cuando el individuo que practica la suspension es un gimnasta, à quien se le llame la atencion, y à beneficio de su mucha fuerza, logre hacer las flexiones y extensiones del brazo, poniendo los codos en el mismo plano transversal de las escápulas. Fuera de este particular lo mejor será para lograr que adquieran fuerza los musculos que tiran de las escapulas hacia atras, practicar ejercicios, cuyo esfuerzo vaya dirigido en sentido horizontal, transversalmente al dorso y no en direccion vertical.

De la actitud de suspension se pasa en las anillas, barra fija y trapecio, a la de apoyo. Efectuando el ejercicio que se llama dominacion, estando el individuo suspendido de las manos y con los brazos en perfecta extension, se hace una flexion de brazos, para que ascenda los hombros al nivel de las manos; una vez en esta posicion, es preciso que los codos que estan por debajo de las manos, pasen a colocarse por encima de ellas, de modo que, al tirar los codos atras para llevar a cabo este ultimo movimiento, el individuo ya no esta suspendido,



si no sostenido por las muñecas. Para terminar el ejercicio o sea, para pasar de la suspension al apoyo, una vez sostenido, ha de procurar que el centro de gravedad del cuerpo que esta por debajo de la barra, (asi se hace en la barra fija, y en el trapecio, o de una linea imaginaria que va de una a otra mano, si se hace en las anillas) pasa a colocarse por encima, y para efectuarlo, hay que ver como se llevan las estapulas hacia adelante y adentro, con el fin de aligerar en lo posible el peso a los brazos, y procurarse apoyo sobre la barra hasta

que vencido el escollo, entre en extension los brazos y queda el cuerpo en la posicion de apoyo. Ya en esta actitud, sufre el peso de todo el cuerpo, los brazos, pero como estos para cumplir su papel, toman apoyo en la articulacion del hombro, ya sabemos que es esta muy movable, con el fin de sujetar la clavivula, el homoplato, y la cabeza del humero, y hacer de estos tres huesos un tripode resistente al peso del cuerpo, entran en contraccion para dicho fin los musculos enãargados de sugetarlos y como entre estos el que mas domina es el pectoral, claro esta,

que el resultado, a fuerza de repetir el ejercicio, sera el llevar los hombros hacia adelante y adentro; y como con el fin de sugetar bien los hombros, se contraen fuertemente los pectorales, y tiran del muñon hacia adelante, disminuye la distancia que en un individuo normal hay de muñon a muñon; asi como, por estar ordinariamente mas separadas las anillas que penden del techo, de lo que reclama la anchura de las espaldas, al permanecer el cuerpo en suspension. ayuda a llevar aquellas hacia dentro tambien.

Otro tanto podriamos decir, de otra clase de

ejercicios que se practican en las paralelas y anillas, llamados planchas; en los que, por su analisis, nos evidenciarian los mismos vicios que hemos manifestado en los anteriores; asi como tambien; pondriamos de manifiesto la inutilidad o perjuicio de la practica de la sirena, picas, escalera ortopedica, etc. etc. si no nos lo vedara la indole de este trabajo;

La esgrima, tambien de-forma al hombro, haciendo que descienda, es decir; que sea mas bajo, que se aproxime mas a la cadera el hombro cuyo brazo maneja el

arma. Lo contrario ocurre con los cargadores y mozos de cuerda. en los que se ve, que tienen mas elevado el hombro sobre que descansan los pesos que transportan, debido a la constante actitud que adoptan al cargar al hombro de contraerlo hacia arriba.

#### ACCION DEL EJERCICIO SOBRE LA COLUMNA VERTEBRAL.

Por la parte importante que toma la columna vertebral en casi todos los movimientos del cuerpo, hora de una manera activa, o ya actuando pasivamente, es por lo que nos detendemos tambien ha hacer unas considera-

ciones sobre la función de dicho eje, cuya forma y disposición hace variar la talla y forma del sujeto. La columna vertebral, acompaña casi siempre a los movimientos que ~~exceptuan~~ las extremidades superiores, y muchas veces adoptan posiciones especiales, para favorecer el ejercicio de los mismos; también ayuda al trabajo que efectúan las extremidades interiores, y <sup>en</sup> el mismo ejercicio del salto, se la ve adquirir actitudes, con extraordinaria rapidez, tan opuestas, como una <sup>flexión</sup> presión exagerada seguida de una extensión intensa. Otras veces toman ac-

actuando de contrapeso se inclina a uno u otro lado del cuerpo para favorecer un determinado movimiento.

Pero como dicho eje <sup>la</sup> no tiene rigidez de una varilla de acero sino que su disposicion normal es curvada. y por otra parte esta constituida por la articulacion apilada de un determinado numero de piezas ~~o~~seas, su particular conformacion hace que segun se inclina hacia adelante u obedezca a solicitudes <sup>de los musculos</sup> extensores adquiera diferente forma. Asi, unas veces, puede predominar una convexidad anterior, y otras veces puede turbarse hacia a-

tras, exagerando las curvaturas normales de que esta data-  
da. En otros casos, cuando predomina la flexion repetida de  
los musculos laterales de las vertebrae se inclina hacia el  
lado de aquellas que tienden a aproximar sus dos puntos de  
insercion al contraerse, y queda deformada lateralmente, dan-  
do lugar a las escoliosis.

No solo se deforma por la accion de las masas muscu-  
lares, sino que tambien es susceptible de variar de forma  
por lesion de sus partes componentes. Siempre que obedien-  
do a la accion de sus musculos flexores laterales, se in-



clina hacia un lado repetidamente, produce una separa--  
cion o extension de los cuerpos vertebrales, en su mitad  
correspondiente al lado opuesto, y en cambio, en el pun-  
to del cuerpo vertebral sobre el que se verifica la fle-  
xion, hay una gravitacion exagerada de todo el peso del  
<sup>Cuerpo</sup>  
~~peso~~ del sugeto, que esta por encima de dicho punto; y co-  
mo es natural, esta sobrecarga transtorna la nutricion  
del hueso, dando lugar, a que el cuerpo vertebral por uno  
de sus lados, mientras que por el otro tiene su <sup>aplanado</sup> ~~cre~~ <sup>cre</sup> ~~esceci--~~  
miento y diametros normales, de ~~formacion~~ <sup>formacion</sup> en la vertebra,

que se traduce en todo el eje vertebral, por una concavidad, hacia el lado donde predomina el ejercicio. De aquí la necesidad de vigilar ciertos deportes y ejercicios gimnásticos, que pueden producir deformaciones del eje espinal, según la forma en que se llevan a cabo.

La equitación que si se tiene cuidado de que el jinete vaya bien sentado sobre la silla, y descansando el tronco sobre la pelvis lo mas verticalmente posible sin que la columna vertebral se incline adelante ni adetras, ni a derecha ni a izquierda, no produce ninguna

desviacion; es en cambio, origen de deformidad en los jockeys, que por razon de su oficio se ven obligados a separarse de las reglas de la buena equitacion. Con el fin de aumentar el peso en las patas delanteras del caballo, para que asi este al correr pierda el centro de gravedad, y se vea obligado a adelantar las manos con mas rapidez, para buscar que aquel centro caiga dentro de la base de sustentacion, el jockey, se encorva hacia adelante, se flexiona hacia el cuello del caballo, y como uno de los puntos de apoyo lo tiene en los

muslos y rodillas, y el otro en las riendas atadas a la boca del caballo, este al correr, tira constantemente de las bridas, convirtiendo al jinete en un arco, cuya flexion es solicitada, de una parte por la cabeza del caballo, y por otra por la fuerza de resistencia que ha de hacer con muslos y rodillas para sostenerse en la silla. La constante repiticion de ese ejercicio, trae como consecuencia una jébosidad por exageracion de la convexidad dorsal.

Esa misma deformacion, producen los ejercicios

que se practican en la gimnastica con aparatos. Ya hemos visto, que en aquellos, predomina la suspension y el apoyo, pero como la suspension no es mas que una fase del ejercicio, siempre resulta que el gimnasta pasa de una a otra posicion, tan pronto como se propone hacer cualquier figura; de modo que, esa gimnastica, no es mas que el apoyo conuinado con la suspension en la mayor parte de ejercicios, y asi tenemos en la misma dominacion, que al pasar el sujeto de la suspension al apoyo, se apelothona para subir la pelvis hacia a los hombros, y hacer que el centro de gravedad, se coloque

encima del punto de suspension, forzando de tal manera la curvatura dorsal, que ocasiona consecutivamente la joroba.

Desviaciones de la columna vertebral, se originan tambien con la practica de la esgrima. en este ejercicio, se deforma como ya hemos visto antes el hombro, y ademas la columna vertebral, que se desvia lateralmente produciendose una concavidad del lado del brazo que se maneja el arma; asi como tambien, se produce una depresion de la caja torácica del mismo lado, con convexi-

dad del lado opuesto y dilatacion de los espacios intre-costales.

Esto se esplica. porque en los tres periodos que tiene un asalto de armas, que son a los que en ultimo resultado se puede sintetizer; tiempo de guardia, ataque, y parada, en el primero y tercero, el eje vertebral esta inclinado hacia el lado donde esta el adversario; el brazo y hombro izquierdo elevados para sostener la mano por encima de la cabeza, y el hombro derecho, se pone bajo con el arma en la mano a la altura del pe-

cho; en esta situacion, el luchador acomete, se tira a fondo, y como que con el fin de no traspasar en lo posible el limite transversal del plano ficticio en donde se mueve el arma para defender el cuerpo; así como tambien para resguardar el corazon del arma del contrario hay que procurar no dar al frente el pecho, sino permanecer en la actitud de guardia, o sea la-deado, al al-  
canzar el pie, y extender el brazo para ~~alcanzar~~ al contrario, la columna vertebral sigue a aquel en su movimiento, actuando como brazo de palanca, que tiene car-



gado en su extremidad superior, el peso de la cabeza y hombro, y recibiendo la sacudida que produce la flexion rapida de los musculos laterales, a que vienen obligados para <sup>apropiarse</sup> ~~examinar~~ todo lo posible la mitad correspondiente de los cuerpos vertebrales. Y dicho se esta, que la presion a que se someta una <sup>mitad</sup> idea del cuerpo de las vertebrae, <sup>de</sup> la dificultad su nutricion es casi todos los casos, asi como la flexion de los musculos del mismo lado engendrará una

desviacion. Para evitar las deformaciones que puede originar la esgrima, hay que convertir al sugeto en ambidiestro, de modo que, practicará el ejercicio lo mismo con la mano derecha, que con la izquierda, con el fin de buscar en los musculos laterales una accion armonica.

-----oOo-----

## ACCION DEL EJERCICIO SOBRE LA VAVIDAD TORÁCICA.

Siendo la vida en último resultado una oxidacion y verificandose esa combustion á beneficio de la intermedia fragua de los pulmones encerrados en la caja torácica, no hay para que encarecer el papel singular del estuche donde se guardan las visceras cuya funcion es la vida misma. Del continente de los pulmones, es de los que nos toca hablar en este capítulo. Toda causa externa de deformacion ó actitud que dificulte ó impida la libre rotacion de las costillas, á que da lugar el movimiento de inspiracion, habrá de producir

trastornos en aquella importante función de la vida:  
de aquí las fatales consecuencias á que da lugar el  
uso de trajes muy ceñidos, y sobre todo en las muje-  
res, el corsé. Esta prenda, no solo dificulta el fun-  
cionamiento de las costillas, sino que produce defor-  
midad de la caja, torácica y estas deformidades, así  
como las que originan las escoliosis reducen la capa-  
cidad del torax, ya encurvando exageradamente las cos-  
tilas, ó ya aplicandolas unas contra las otras, dis-  
minuyendo los espacios intercostales. También impide  
la dilatación de la caja torácica, la deformación, ó

mejor, la falta de fijeza de los hombros: siempre que estos no estan situados bien, originan dificultades, en la funcion de la respiracion.

El ejercicio puede actuar sobre el desarrollo de la caja toracica, ensanchando sus diametros, ó impidiendo que tenga lugar determinadas deformaciones. Pero es preciso tener en cuenta, que al ensanchar el torax, nuestra accion ha de ir encaminada precisamente, a ~~at~~ tener la mayor capacidad posible de jaula toracica, y no al mayor aumento de la ~~capa~~ externa, constituida por las masas musculares y por el rodete

adiposo. Así es, que todo lo que sea desarrollar los musculos del torax, y en particular los pectorales, á que tan aficionados están los gimnastas, es no conseguir nada , es hacer que hacemos, pues se puede dar el caso, que bajo un fardo ó colchon de grasa, ó recubiertos con una manifiesta hipertrofia muscular, encontremos unos pulmones retraidos y pequeños, por falta de capacidad, de la caja que los contiene.

Se puede lograr la amplitud del torax, con actitudes pasivas, haciendo que se ensanche, tirando de las costillas, con el fin de que de una manera me-

cánica, se muevan en rotacion hacia arriba y adentro, imitando á la accion que sobre ellas ejercen los musculos inspiradores. Esto se logra en la suspension por las manos. En esta actitud, gravita el peso del cuerpo en los brazos y manos, y produce la extension de la columna bretebral, á lavez, que contribuye á facilitar el movimiento de las costillas: ademas, suspendido el cuerpo de los brazos, por el gran dorsal aun que llegaria á producir la deformidad del hombro por su funcion de abduccion hacia atras sobre el brazo, contrarrestan su accion y lo impiden aproximando

los bordes espinales de ambas escápulas, los dos músculos trapecio y romboide accion que se logra siempre si el cuerpo se mantiene quieto, y unicamente en suspension de las manos, reduciendo el trabajo á los músculos de estas, que son los que entran en contraccion. El paso del cuerpo, extendiendo raquis y brazos, logra que el homoplato dirija su angulo inferior hacia arriba y afuera; movimiento que se efectúa teniendo como eje, el angulo superior é interno del mismo hueso, y con esta actitud, se consigue que el gran serrato, por su insercion en el angulo inferior y borde



interno de la escapula, y los pectorales mayor, por la que tiene en el humero, el menor por la de la apofisis coracoides, se les rechace hacia arriba dichas inserciones, logrando una expansion de la capacidad torácica. Se puede obtener identicos efectos, en la posicion de apoyo sobre las manos, y con extension completa de brazos; pero, hay que vigilar, la forma como se contraen los musculos del hombro, que impiden la luxacion de la cabeza del humero, porque si dicha defensa se hace con predominio de los peototales, y con flexion del raquis, se llevarán las esca-

mulas hacia adelante, y en efecto es, mas que nulo, perjudicial. Lo mismo podemos decir de la suspension, al trepar por cuerdas ó perchas: la actitud de las manos poco separadas, impidiendo tener los codos al plano de las escapulas, y la flection de la columna vertebral: hacen que este ejercicio sea poco recomendable desde el punto de vista higiénico, y unicamente se lleva á cabo en la gimnasia de aplicacion,

Provocando movimientos respiratorios amplios, lograremos asi mismo que entre mas aire en los pulmones y que estos vayan dilatandose, espóñando-

se para dar paso a aquel, hasta el interior de las vesículas, que por su topografía permanecían poco menos que inactivas e impermeables al acceso del aire: Pero este procedimiento, necesita colaboración, porque el pulmón por sí, y ante sí, no tiene fuerza para empujar, para dilatar la caja torácica, y por esto hay que ayudarlo con actitudes activas, encargadas a los músculos, <sup>ra</sup> caces de levantar las costillas. Para ello habrá de procurarse rechazar los hombros hacia atrás, para que a la vez y consigo se lleven una de

las inserciones de cada uno de los musculos inspiradores pectorales. mayor y menor, Irgiendose el troneo, con el fin de poner en extension el raquis y llevando en abduccion hacia atras, las extremidades toracicas, partiendo de la extension horizontal al frente, se producira dilatacion toracica, dilatacion toracica que se hara mas extensa, si hacemos que a la vez se arro- lle sobre el humero. la insercion del pectoral en el b- brazo, por medio de movimientos de rotacion. Hechas fi- jas las inserciones movibles de los musculos inspira-

dores, actuaran levantandola, ensanchando la caja toracica, y favoreciendo la funcion respiratoria. De lo dicho se desprende, que podremos modificar, los diametros del tórax por medio de actitudes pasivas, por actitudes activas, y por todos aquellos ejercicios, que acumulando trabajo, obligan a que se avive la respiracion. Las primeras se logran con la suspension y el apoyo, este ultimo, hecho en determinadas condiciones, las segundas, con movimientos libres de brazos, y los terceros con el salto y la carrera.

#### ACCION DEL EJERCICIO SOBRE LA CAVIDAD ABDOMINAL.

Debajo del torax y separada de este por el diafragma encontramos en el sujeto, la cavidad abdominal, cuya resistencia y disposicion no es igual a la toracica. En esta. las partes componentes duras y blandas, se prestan apoyo y mutuo sosten, mas intimamente que las del abdomen, ya que la jaula toracica esta formada por las costillas, y sobre estas, recubriendolas existen los musculos y siendo muchos de ellos, de escasas dimensiones, mientras que en la cavidad abdominal si bien es verdad

que su pared inferior y parte de la posterior, estan constituidas por hueso, sin embargo, sus paredes laterales y anterior, estan formadas exclusivamente por partes blandas; partes blandas, que reciben constantemente la presion interior de un crecido numero de visceras a que dan cabida. Asi se comprende la necesidad de buscar una resistencia, capaz de oponerse a la distension de las paredes del vientre, si se quiere evitar la deformacion de dicha cavidad.

En la vida ordinaria, y no hay que decir

en la sedentaria, los musculos de la pared abdominal, entran muy poco en accion, y de aqui la sobrecarga en el vientre y la atrofia de sus planos musculares. El vientre adiposo, voluminoso, da lugar a una actitud especial, en la que el sujeto va inclinado hacia atras para contrarrestar el peso del abdomen en pro de su estabilidad, pero esta doptacion del individuo a la prominencia del abdomen, no se hace sin que otra parte del cuerpo, la columna vertebral en su region lumbar, sufra las consecuencias de una exageracion de su



curva normal; de tal modo, que sobre la deformacion primera, hay que añadir el defecto de compensacion.

La atrofia muscular, trae como consecuencia, la falta de fuerza en los musculos de la pared del abdomen, y como estos toman parte tambien en la flexion del tronco, su debilidad motiva, que los extensores de la columna vertebral, antagonistas suyos, tiren del tronco hacia atras, haciendo que este pierda el centro de gravedad y motivando tambien la curvadura de la region lumbar, como compensacion necesaria al

equilibrio perdido por el anormal estado de cosas. La falta de desarrollo, ocasiona la relajacion de dichos musculos, que al carecer de tonicidad y sometidos como estan siempre al peso de las visceras abdominales, ceden a la presion, dando lugar a una distension de la pared, que acarrea muchas veces la salida de la cavidad, de las visceras que contiene, por los canales y orificios naturales.

Los ejercicios de flexion de las piernas sobre el tronco, manteniendo a la vez la pelvis en

inamovilidad por los musculos del abdomen, o la flexion del tronco sobre aquellas, logran dar el vigor y fuerzas necesarias a las masas musculares, para impedir deformaciones en esa cavidad.

#### ACCION DEL EJERCICIO SOBRE LA CAVIDAD CRANEANA.

Vamos por fin a tratar de las modificaciones que el ejercicio puede lograr en algo que a la caja craneana se refiere, de modo que, mas que hablar del continente de dicha cavidad, nos fijaremos mejor en el contenido, ya que constituida aquella por pa-

redes óseas podríamos decir de ella lo que dejamos consignado, al tratar de los huesos y sistema óseo, en general.

El encefalo es el contenido de la caja craneana y si limitáramos nuestra atención únicamente al estudio de dicha masa encefálica, nos parece que separaríamos violentamente, artificiosamente una parte de un todo, que para el objeto que nos proponemos, no se presta a división. De modo que, nos ocuparemos, del eje cerebro-raquídeo, y de los nervios;

en una palabra, indagaremos lo que el ejercicio puede modificar en el sistema nervioso.

A primera vista considerado, parece que solo los musculos organos del movimiento tienen algo que ver con el ejercicio, pero si lo consideramos son mas detencion, nos acordaremos de que el musculo no significa mas, que el obrero que trabaja bajo un mandato; de todo que debido a su particular propiedad de contraerse, entra en funcion cuando es excitado por el estimulo del sistema nervioso, de tal

manera que, el musculo permanece inactivo, sin un excitante que le ponga en movimiento. Es el musculo la polvora, que tiene en si misma la propiedad expansiva de los gases, pero que para hacer explosion, necesita la chispa que la inflame; asi, la excitacion nerviosa, es para el musculo, el chispazo que le obliga a contraerse.

De tal manera estan unidos estos dos sistemas, y ~~reciprocamente~~ influenciados que el Dr. Demoor dice: "las ideas generales y abstractas, los proce--

Los mas complejos de atencion, de volicion, de energia moral surgen como nos lo enseñan la psicofisiologia contemporanea en los centros de asociación; estos son tributarios, en sus elaboraciones y sus acciones, de los centros de la sensibilidad general y del movimiento." Y añade el Dr. Kaissén: "por el trabajo del musculo, por los ejercicios musculares metodicos y razonados, se puede pues contribuir al desarrollo del sistema nervioso superior, favorecer en el niño el desarrollamiento y perfeccionamiento mas tarde; en

el hombre, la voluntad y la atencion, estas dos modalidades psicicas que son la expresion indirecta mas alta del trabajo de los centros sensitivo-motores y, especialmente, de los centros de la sensacion muscular." Veamos pues, de que manera puede el ejercicio influenciar al sistema nervioso.

Dejando aparte las funciones reflejas, de las que desde el nacimiento ya esta dotado nuestro eje cerebro-espinal, nos encontramos que en lo que se refiere a la vida de relacion, es preciso para



llegar a verificar un movimiento, que pasemos por aprendizaje mas o menos largo, segun sea complicado el movimiento voluntario que pretendamos verificar.

Unos movimientos como son el de la marcha, carrera, o el fenomeno del lenguaje, como los aprendemos en nuestra infancia, y esta deja pocos recuerdos, nos parece que carece de aprendizaje; en cambio, la practica de cualquier deporte, la ejecucion de un instrumento musical, la escritura a maquina, y hasta el manejo de estos, o la practica de aquellos, ha exigido un a-

prendizaje en una edad en la que se tiene conciencia del ser, parece puesto en razon el que se diga que es preciso una serie de ensayos y muchas tentativas fracasadas, antes de realizar con exito un movimiento.

Pero no hay mas que recordar los apuros que pasa, los ineficaces esfuerzos que practica, el sinnumero de musculos que entran en accion, y cuyo movimiento es innecesario, cuando el niño pretende ponerse de pie las primeras veces. La fuerza con que se agarra a los muebles que tiene a su alrededor, la rigidez de sus pla-

nos musculares, los variados visajes que nos muestra su cara, nos denotan el azoramiento y la inseguridad con que practica los primeros pasos. Toda su atencion, toda su voluntad, toda su inteligencia, les pone al servicio de la nueva funcion que quiere realizar. Igual le ocurre, al que pretende andar en bicicleta; asido fuertemente al manillar, el cuerpo rigido y con la cara contraida y llena de sudor, nos revela en su fisonomia, el sobresalto de que esta poseido y las dificultades con que tropieza. ?Y el que practica la esgrima por prime-

ra vez? Solo el ponerse firmes para entrar en guardia, les significa una complicacion enorme; y asi podriamos ir recordando la torpeza y la falta de exactitud, con que se ejecutan los diferentes deportes ~~las~~ primeras veces.

Nada diremos de los variados oficios o profesiones, porque en ellas, la costumbre ha consagrado ya la efectividad de la practica de tanteos durante un determinado tiempo, y en algunas de ellas, hasta se lleva el aprendizaje, ateniendose no solo al empirismo, sino

siguiendo un método; y obedeciendo a reglas establecidas previamente.

Sea cual fuere la función motriz a que se dedique el sujeto, ya sea la esgrima, la natación, la equitación, la música, o cualquier oficio manual, siempre vemos la repetición del mismo fenómeno; al principio el individuo, procura imitar en las actitudes al que le sirve de maestro, su voluntad se esfuerza en asociar y contraer en regla, los músculos que han de entrar en movimiento, su atención no se distrae un momento del objeto.

tivo que persigue, ya que ello implicaría el fracaso de su intento, la memoria se va ejercitando para ir reteniendo hoy lo que aprendió ayer, las sensaciones musculares cutáneas, y articulares, se le van poco a poco diferenciando, y orientando del grado de extensión y energía, así como de la dirección hacia la que ha de dirigir sus movimientos: en una palabra, el individuo no puede hacer otra cosa, no puede dedicarse a otra labor, que no sea la función de relación que intenta aprender; esta, le absorbe por completo su voluntad, memoria, y

inteligencia; es decir, toda su vida motora sensitiva y psiquica. Pero mas tarde, a medida que va adoptando las mismas actitudes, que los movimientos van repitiendose, se observa, que la funcion motriz, se cumple con menos atencion por parte del sujeto, que este no ha de forzar tanto su voluntad, que recuerda actitudes y movimientos sin esfuerzo, y puede a la vez dedicarse a dos o mas funciones, sin temor a ningun fracaso. Hemos recordado los apuros que pasa un niño para aprender la marcha, y en cambio vemos en un adulto cumplirse esta funcion con

una sensillez, que nadie de ignorar los hechos, podría presumir los esfuerzos que significo en su principio.

Un adulto, anda, fuma, conversa con un amigo sin parar atencion en la marcha, salva los obstàculos que sus pies hallan en el camino, mira los objetos de la calle por donde pasa, los escaparates de las tiendas; si es en el campo, se recrea y expansiona el animo admirando la belleza del paisaje, y todo, sin que su marcha denote el mas insignificante error en su mecanismo. ¿Y ello por que ocurre ahora asi? pues, porque la funcion se ha he-



cho automatica a favor del ejercicio, como automatica se hace la natacion, la esgrima, la equitacion, y todos los deportes; asi como tambien los oficios a que el su-- geto se dedica, a medida que por el ejercicio se repita la funcion.

?Que ha ocurrido pues, que modificaciones ha experimentado el sistema nervioso, encargado de todos estos actos que hacen ahora facil y automatico lo que reclamaba en un principio la solicitud de todas las manifestaciones psicicas? Veamos lo que dice el Dr. Katsin:

La educacion de los movimientos, consiste en la creacion de centros neuro-motores nuevos. El centro neuro-motor, es una reunion de celulas nerviosas que, ~~abajo~~ bajo la accion de una excitacion venida de fuera, adquiere la costumbre, desde luego, bajo la accion de la voluntad consciente, despues, gradualmente, y cada vez mas sin su concurso, de reaccionar las unas sobre las otras de una manera determinada, siempre identica asi misma; para enviar al sistema muscular una dosis y una forma de fluido nervioso que tiene por resultado la produc-

ción de movimientos siempre idénticos en dirección y en energía; una vez el centro neuro-motor formado, la voluntad consciente no interviene más en su actividad, que se manifiesta cada vez que la excitación generatriz se reproduce. No hay que creer que la voluntad pierda, en este caso, su poder; guarda siempre la facultad de impedir a los centros neuro-motores que resistan a la acción específica y de que la impriman variaciones de modalidad pero la reacción se produce cada vez que la voluntad no lo impide.

El sistema nervioso es un aparato dispuesto en varios pisos: la techumbre esta constituida por la corteza cerebral que es el sitio donde residen nuestras facultades psicicas conscientes. Antes de la formacion de un centro psicomotor, la excitacion periferica ha de subir, piso por piso, hasta la cima del edificio nervioso, para modificarse y descender enseguida, igualmente de piso en piso, hasta los grupos musculares donde preside la sinergia. Mas, cuando la excitacion periferica se produce un cierto numero de veces, no tienen

necesidad de remontarse hasta la cumbre del sistema nervioso, sufre la modificación motriz en un piso menos elevado y siempre el mismo, que se convierte en el centro neuro-motor de la sinergia muscular realizada. Se hechan de ver enseguida las consecuencias de tal fenómeno: desde luego una economía de tiempo y de energía, el camino que el fluido nervioso ha de recorrer es menos largo; y luego, se faculta al piso superior para que aplique su actividad a otro objeto. Sin duda, los músculos, los nervios, las células ner-

viosas estaban allí, idénticas a lo que seran mas tarde: mas sus asociaciones, sus relaciones que los medios de investigacion no nos permiten todavia percibir completamente y que no nos podemos imaginar claramente. estas modificaciones del estado molecular, de la energia vital, que hacen que tal esfuerzo que era impposible despues mas facil y luego automatico, todo esto que no existia antes del mecanismo neuro-motor la educacion lo crea.5

Si es este el mecanismo psico-fisiológico,

nos parece que bien podremos afirmar que el ejercicio modifica al sistema nervioso, ya que vemos aqui una vez mas repetido, que la funcion crea el organo.

ACCION DEL EJERCICIO FISICO SOBRE ALGUNOS FENOMENOS IN-

~~XXXXXXXX~~ TIMOS DE LA VIDA FISIOLOGICA. ~~XXXXXX~~

CONTRACTILIDAD DEL MUSCULO.

El ejercicio fisico, es todo movimiento activo del cuerpo, que necesita las contracciones de los muscu-- los sometidos a la voluntad, y que se recomienda para el perfeccionamiento del cuerpo humano y para la con--

servacion de la salud.

Ya sabemos que en nuestra economia se ejecutan diversas especies de movimientos, ya que desde el extenso movimiento de desplazamiento de todo el cuerpo ejecutado en la marcha, hasta el de los conductos excretorios de las glandulas, cuyo objeto es hacer progresar hacia las superficies mucosa o cutanea, el producto de secrecion, podriamos ir citando una gran variedad, enumerando los parciales de los segmentos del cuerpo, los que se verifican en la respiracion,



los del aparato digestivo, los del corazon, los del lenguaje etc, etc. Pero, al hablar del ejercicio fisico, nuestro punto de vista, lo circunscribimos al movimiento muscular, mejor dicho, a la contraccion del musculo que entre en funcion por mandato de la voluntad, y como en la estructura del cuerpo, las masas musculares entran formando una gran parte de su peso total; dicho se està, que cuando a merced del ejercicio sufra modificaciones el tejido muscular, se ha de asociar a sus cambios el organismo entero.

Los musculos son los agentes del movimiento,  
pero ellos de por si no pueden entrar en funciones.  
Para que su contractilidad, que es su propiedad inherente, entre en ejercicio es preciso, que la masa muscular sea excitada, ya por un agente fisico, ya por un quimico, ya por uno electrico, y ya por uno psiquico, la voluntad. Los agentes fisicos, quimico y el electrico para hacer contraer el musculo, han de actuar directamente sobre el tejido muscular, en cambio la voluntad, lo hace mediante intermedia-

rios, necesita un encaadenamiento de organos; en el cerebro, la medula y los nervios son el punto de enlace entre el musculo y la voluntad. Una solucion de continuidad, en el trayecto de cualquiera de los organos mencionados, impide la comunicacion entre el que manda y el que obedece; tanto es asi, que si cortamos un nervio, o seccionamos por algun punto al eje cerebro-raquideo, el grupo muscular por que se distribuye aquel, o la zonda musculos que abarca la jurisdiccion de la porcion del eje por debajo del punto

seccionado, no entrará en movimiento, apesar de todos los esfuerzos que haga la voluntad mas potente.

?Como se relaciona la voluntad, fuerza psíquica y el cerebro substractum material, y como es, transmitida dicha fuerza a traves del eje cerebro raquídeo y de los nervios? A la primera cuestion, no somos nosotros los llamados a contestar y dilucidar, lo que corresponde a otra rama del saber humano. Por lo que se refiere al mecanismo mediante el que transmite hasta el musculo la fuerza de la voluntad, pa-

rece que es a beneficio de una corriente ondulatoria que recorriendo el sistema nervioso llegaria hasta la fibra muscular; ondulacion, que si bien no ha podido se experimentada en el sistema nervioso, en cambio Marey, la ha podido observar al entrar en contraccion un musculo vivo, este, al acortarse, lo hace formando unos puntos o nudos, desde los cuales parten ondulaciones parecidas a las que produce una piedra al caer sobre la superficie del agua de un estanque.

#### **SOLIDARIDAD MUSCULAR ORIGEN DEL ESFUERZO.**

En los movimientos del cuerpo humano, al entrar en contraccion el musculo, no se hace de una manera aislada contrayendose una sola pieza muscular, sino que debido a la disposicion movable de las distintas partes que forman o integran nuestro cuerpo, es preciso para mover un segmento, que este tenga un punto de apoyo fijo en otro, y este en otro, y asi sucesivamente; de modo y manera, que un movimiento

muscular, puede a veces repercutir en una region que al parecer no tenia relacion alguna, con el de la del musculo primitivamente puesta en movimiento. Esto ocurre, cuando los rectos del abdomen se contraen en la posicion decùbito-supina, cuando queremos flexionar la cabeza, como tambien se puede observar, en los musculos de la pantorrilla cuando hacemos una extension del brazo hacia el frente en actitud de dar un puñetazo.

Pero esta solidaridad muscular entre las dis-

tintas regiones del cuerpo, no es única, ya que la observamos también circunscrita entre los músculos de un mismo segmento. Las masas musculares se contraen, asociándose en grupos y de la coordinación de los diferentes músculos entre sí, nos da cuenta el sentido muscular. En toda función mecánica, entran en juego los músculos encargados de la misma, en una flexión los flexores; en una abducción los abductores, pero al hacer una flexión, por ejemplo; hay que contar con el contrapeso o resistencia que le opon-



drán sus antagonistas los extensores, con el fin de moderar la violencia del golpe, y según que miembro verifique la flexión, intervendrán también músculos aductores que rectificando la tendencia del segmento a una abducción, por ejemplo, le dirigen en el sentido de la flexión; así como se hace, necesario también, dar un punto de apoyo a un extremo de la región que entra en movimiento, mediante la inmovilización del segmento del esqueleto sobre que se apoya aquella, a favor de músculos fijadores. Cuan-

to acabamos de decir, se puede comprobar perfectamente en cualquiera de los segmentos del cuerpo, cuyas articulaciones, como la de la cadera, y escapulo-humeral son extremadamente movibles;

Asi pues, la mayor facilidad y precision de nuestros movimientos, depende de la buena armonia y perfecta asociacion de esos grupos musculares, para cuya coordinacion nos orienta el sentido muscular, y que mediante el ejercicio, podremos desarrollar, logrando que en igualdad de esfuerzo ejecutemos mo-

vimientos mas precisos, mas agiles, y con mayor armonia; asi como con mayor produccion de trabajo.

De la disposicion especial de los diferentes segmentos que componen nuestro cuerpo, y de la forma como acabamos de ver que es preciso actuen los musculos, para dar punto de apoyo a un extremo de la palanca o-se-a que se mueve, inmovilizando el otro hueso sobre que se apoya, se da lugar a un fenomeno que se llama esfuerzo y cuyo mecanismo obedece a esta necesidad que se observa en nuestro or-

ganismo de inmovilizar las palancas óseas, por los enlaces que tienen entre si, cuando se quiere mover el segmento mas insignificante de nuestro cuerpo.

En el esfuerzo hacemos una profunda inspiracion, con el fin de llenar de aire los pulmones, y cerramos la glotis, para impedir la salida. Una vez la caja toracica esta llena de aire, este produce la dilatacion de la misma, rechazando a las costillas hacia arriba, en su movimiento de rota-

cion, y aumentando la separacion de los espacios intercostales. Al mismo tiempo, los musculos del abdomen, contrayendose fuertemente, tiran de las costillas hacia abajo, resultando que el aire contenido en el torax, sufre una compresion ~~insistida~~ y actuando de almocadilla <sup>h</sup> sirve de punto de apoyo a las paredes <sup>u</sup> tóxicas, inmovilizadas por la accion de dos fuerzas iguales y contrarias, que las solicitan, una rechazando las costillas hacia arriba y otra tirando de ellas en direccion contraria. Ya conseguido

el objeto que nos proponíamos mediante el esfuerzo, terminado el trabajo, habríamos la glotis y damos salida al aire.

Damos lugar al esfuerzo, siempre que hemos de producir grandes despendios de energía, y es porque en estos toman parte todos los segmentos del cuerpo, y como el torax es el punto de union entre las extremidades superiores y las inferiores, la única manera de que la caja torácica les ofrezca un punto de apoyo estable, es por el

mecanismo que acabamos de explicar. Acabamos de decir, que el esfuerzo se produce cuando el cuerpo desarrolla grandes dispendios de fuerza y hay que añadir, que tambien se produce siempre que un grupo muscular tiene que desarrollar toda la fuerza de que es capaz, aunque dicho grupo parezca insignificante y la funcion que desarrolle esté limitada a un segmento; y ello se comprende facilmente, recordando lo que ya llevamos dicho. Si nosotros queremos estrujar un bizcocho entre las manos, la sola fle--

xion de los dedos es suficiente, y por lo mismo al no encontrar resistencia, con un ligero punto de apoyo cumplan los dedos su funcion mecanica; pero supongamos, que en vez de un vizcocho, es una piedra la que queremos estrujar; al primer esfuerzo, entrara en contraccion la mano, al segundo intento, ya entrara en funciones el antebrazo, para dar apoyo a aquella, luego el brazo, mas tarde el homoplato, al final ya demandaremos la inmovilidad del tronco, para que pueda sobre el tomar



apoyo la extremidad superior; inamovilidad, que solo conseguiremos con el esfuerzo.

Claro esta que el esfuerzo produce desarreglos en nuestra economia, pues la compresion que sufren los pulmones llenos de aire, ademas de influir en ellos, ha de repercutir en el corazon y grandes vasos, asi como tambien en todo el arbol sanguineo por la tension que ha de ejercer la sangre al ser parada en su corriente y rechazada del corazon y grandes vasos, hacia la periferia, ocasionando todo

ello mientras dura el esfuerzo, la paralización de la respiración y circulación.

EL EJERCICIO INFLUYE SOBRE LAS FUNCIONES PRINCIPALES DE LA VIDA. — PAPEL DEL COLOR ANIMAL.

Como vemos pues, el ejercicio que motiva el esfuerzo, sobre influenciar a un gran número de grupos musculares, hace sentir sus efectos sobre las funciones principales de la vida, y aunque no hay que recurrir al ejercicio que ocasiona gran producción de trabajo, para ver que sus efectos se notan en la

economía entera; sin embargo, su acción es más manifiesta cuanto con más energía se contraen los músculos.

Todo músculo que entra en contracción, aumenta la velocidad de la corriente sanguínea en su sistema capilar; de modo que, da origen a una hiperemia, hiperemia que motiva una corriente de sangre en dirección al músculo que se contrae, y como es natural, esta llamada de sangre, esa avidez, repercute en todo el árbol circulatorio, aumentando la ve-

locidad de la corriente sanguinea y la frecuencia del pulso. Claro es que por la sola contraccion de un grupo muscular, aunque el fenomeno se produzca, no sera visible ostensiblemente, pero en aquellos ejercicios que reclaman la contraccion de grandes masas musculares, sera de muy facil apreciar la excitacion que el ejercicio produce en nuestro organismo, ya que al aumentar la velocidad de la corriente sanguinea en el pulmon, este introduce mayor cantidad de aire, y con el, mas oxigeno, que avivara las combustiones orga-

nicas por efecto del mayor riego sanguineo, facilitando con el la nutrición de todos los órganos, y asegurando la mayor actividad de todas las funciones de la vida, desde las del cerebro hasta las del aparato digestivo. De modo que, la economía entera, se hace partícipe de los efectos que ocasiona el ejercicio físico.

Hemos dicho anteriormente que el sistema nervioso hacía entrar en contracción al músculo. De lo dicho en párrafos anteriores, se desprende también,

que a mejor riego sanguineo, mayor facilidad en la contraccion. Pues bien, de lo primero parece desprenderse que el sistema nervioso de por si, es el que lleva la fuerza de tension que se ha de convertir en fuerza viva al contraerse el musculo, y esto no es asi; sino que en ultimo resultado, el sistema nervioso representaria la fuerza de desprendimiento. ¿Es pues en la sangre donde reside el poder motor del musculo? Indirectamente si. El poder motor del musculo reside en el calor animal.

A primera vista considerado, y teniendo en cuenta lo que dicen todos los fisiólogos, parece que es el musculo el que produce el calor al contraerse, y no el calor, el que hace producir la contraccion del musculo. Esto es verdad en parte. El calor, hace que entre en contraccion el musculo, y luego este, al entrar en funciones, y de una manera indirecta activando las oxidaciones, produce el aumento de calor, de modo que aunque se establezca esta especie de circulo vicioso, podemos perfectamente separar el papel

que desempeña el calor y el que le toca al musculo.

Mr. Richard, ya hizo notar, que en las contracciones llamadas estaticas, se desarrolla mayor cantidad de calor que en las contracciones dinamicas, y como es sabido, estas van acompañadas del movimiento de las palancas óseas, donde se insertan los musculos que las producen, en contra posicion a las primeras, que no van seguidas de ningun movimiento, por parte de los huesos. Esto, Magaz lo relaciona con la teoria mecanica y dice: "Segun esta teoria el que las con-



tracciones estaticas de los musculos desarrollaron mas calor que las contracciones dinamicas, significaria que la oxidacion del carbono efectuada en los musculos, transforma la fuerza de tension en fuerza viva: que esta fuerza viva se manifiesta integra bajo la forma de calor, cuando no hay trabajo mecanico exterior, como sucede en la contraccion estatica; y que, cuando hay contraccion dinamica, unicamente se manifiesta bajo la forma de calor la parte de fuerza viva que no se utiliza en el trabajo mecanico exterior." En otros ter-

minos, que el musculo actua, como cualquier otra maquina, que puesta en accion a beneficio del calor, lo transforma en movimiento; ahora bien, como en la transformacion no todo el calor se convierte en movimiento, el que queda sin transformar es el que produce el aumento de temperatura de la maquina, o sea, de nuestro organismo.

Si el ejercicio da lugar al aumento de temperatura de nuestros tejidos ¿como el cuerpo permanece siempre con ligeras variantes a la misma temperatura? El cuerpo que se calienta, dilata la red de capilares

perifericos y llama hacia la piel mayor cantidad de sangre, que una vez enfriada por irradiacion, y por la transpiracion, y evaporacion cutanea, pasa refrescada al interior del organismo, donde a merced de la corriente sanguinea establecida, volvera cuando le toque el turno otra vez a la piel, y asi por este mecanismo de circulacion constante, y por el calor que tambien pierde la sangre al ponerse al contacto del aire en el pulmon, asi como por la exalacion del vapor de agua que en el tiene lugar, resulta una temperatura casi cons-

tante.

Que el musculo para entrar en contraccion necesita ser calentado, tenemos la prueba en un sinfin de hechos que recojemos en la practica diaria. Sabido es, que el sueño produce en el individuo un descenso de temperatura; pues bien, todos hemos experimentado al despertar y querer verificar algunos movimientos, como los sencillos y poco energicos que requiere la practica de la toilette, la torpeza y falta de precision con que los ejecutamos. Vamos a cojer una esponja de

la red y tropezamos con los bordes del soporte, pretendemos introducir en la boca el cepillo de los dientes, y damos con el contra la comisura de los labios; Mechamos mano del frasco del alcohol, y empujamos o tropezamos con el de la quina.

La falta de calor y sus efectos, los ha notado tambien quien en dias de invierno, ha de trabajar al aire libre; antes de ponerse a la faena, se frota las manos, golpea el suelo con los pies, hace una porcion de contracciones innecesarias, y cuyo unico fin

es calentar el cuerpo para dar facilidad de contraccion a sus musculos.

El que tira al florete, antes de empezar el asalto, se ensaya dando botonazos contra el muro, trabajo que le sirve para calentar los musculos. El que se dedica a un deporte cualquiera, y se le reconoce habilidad y facultades para el dominio del juego, el dia que al empezar una partida se le nota falta de disposicion o poca precision en los movimientos, es casi seguro, que oiremos de boca de los espectadores

y como disculpa y perfecta explicacion, /oh/ es que aun no está caliente, es decir, que podriamos citar un sin número de hechos de la vulgar observación, en los que se confirma la necesidad que tiene el músculo de ser calentado antes de entrar en movimiento.

#### ORIGEN DEL CALOR ANIMAL.

El calor animal, es producido por convinacio--  
nes químicas que tiene lugar en la intimidad de nues-  
tros tejidos, y que al verificarse aquellas dán lugar  
al desprendimiento de calorico que retenian en estado

latente, antes de convinarse los átomos que entran ahora en la reacción. La base de estas combinaciones es el oxígeno, que dá lugar según conque clase de elementos se convina, á oxidaciones completas ó incompletas, y cuyos productos encontramos en el organismo, ó en los líquidos de nuestras secreciones y excreciones como materiales de desecho y de desgaste inservibles al funcionamiento orgánico.

Entre los materiales que proporcionan elementos á las oxidaciones, tenemos en primer lugar a los



alimentos, que segun la composicion y necesidades orgánicas, pasan al través de la sangre, sufren la modificación correspondiente, y son expulsados al exterior por los emuntorios naturales; ó al revés, se quedan depositados en el organismo, á modo de material de reserva, ó en otro caso hasta llegan á formar parte de integrante de nuestra economia.

De modo que, unas veces el calor animal es producido directamente, diriamos así, de la transformación ú oxidacion de los alimentos; otras veces proviene de

la oxidación de los tejidos de reserva, y en algunas, cuando imperiosas necesidades así lo demandan, es producto de la combustión de los elementos integrantes de nuestros tejidos.

Los alimentos, han sido divididos en dos grupos esenciales; alimentos azoados, y alimentos no azoados, á los primeros se les ha dado también el nombre de plásticos, por entrar en su misión el formar parte integrante de los tejidos; y á los segundos, se les ha añadido la denominación de alimentos

termogenos, por creer que su papel principal, es la producción de calor. Los primeros entran en la sangre en forma de albúmina, y desde este momento hasta que salgan diferenciados por un emuntorio natural, su suerte es ir sufriendo distintas oxidaciones, segun sea el tejido de la economía por el cual pasen; de aqui que, encontremos en ellos, fibrina, creatina y creatinina en los musculos y en la orina; leucina y tirosina en las glandulas; en la orina, ácido úrico y úrea; esta, último producto de oxidacion de los te-

jidos de origen albuminoso, es decir, la oxidación completa de la Albúmina; así como, las sustancias anteriores parecen ser los diversos grados por que pasa aquella en su oxidación, Estos elementos de desecho, cenizas y residuos, testigos de combustiones variadas, nos demuestran que al tener efecto estas, habrá habido forzosamente desprendimiento de calor. Los segundos, los elementos no azoados, absorbidos en forma de azúcar y de grasa, pueden seguir dos caminos; ó no forman parte del organismo,

y modificados en la misma sangre, se expelen en forma de agua y ácido carbónico, último grado de su oxidación; ó por transformaciones que aún no nos explicamos, la glucosa se convierte en grasa, y depositándose entre los tejidos, permanece estacionada en disposición de subvenir á ulteriores necesidades de la combustión orgánica. En los tejidos, en el sudor, y en la orina, se han encontrado ácido láctico, butírico y fórmico que se sospecha sean fases distintas de la oxidación de la glucosa y grasa hasta conver-

tirse en agua y ácido carbonico, que eliminamos principalmente por los pulmones.

Ahora bien, según Lavoisier: "la respiración no es mas que una combustión lenta de carbono é hidrógeno tan parecida en todo á la que se verifica en una lampara ó en una bujía encendida, qué, bajo este punto de vista, los animales que respiran son verdaderos cuerpos combustibles que arden y se consumen".,,.....

En efecto, el aire que ha servido para la respiracion, no contiene ya á su salida del pulmón la misma canti-

dad de oxígeno, y en cambio ha adquirido ácido carbónico, y además una cantidad de agua mucho mayor que la que contenía antes de la inspiración. Ahora como el aire vital no puede convertirse en ácido carbónico sino por la adición de carbono, ni tampoco en agua sino por la adición de hidrógeno, y como esta doble combinación no puede verificarse sin que el aire vital pierda una parte de su calórico específico, resulta que por medio de la respiración se extrae de la sangre una porción de carbono y de hidró-

geno. depositándose en su lugar una porción de su calórico, el cual durante la circulación se distribuye con la sangre por todas las partes de la economía animal"

Para dar actualidad á lo que dice Lavoisier, basta recordar lo que decimos de las combinaciones químicas que dan lugar á la producción de calor, en el primer párrafo de este capítulo. Así como también no hay que olvidar: "que los animales que respiran son verdaderos cuerpos combustibles que arden y se



consumen" de aquí la necesidad de subvenir con alimentos, a las demandas del organismo, por que si al arder lo hace á expensas de sus propios tejidos vitales, de los que tienen á su cargo funciones importantes de la economía, al consumirse aquellos, ocasionarán estragos que son para tenerse en cuenta.

En resumen que el calor vital proviene de los alimentos, de los tejidos de reserva, y en algunas ocasiones de la parte organizada de los tejidos vitales.

### LÍMITE DE LA CONTRACTILIDAD MUSCULAR.

El musculo que trabaja no conserva indefinitivamente y sin condiciones la propiedad de contraerse; antes bien, despues de un tiempo mas ó menos largo de trabajo, variable segun los casos, el musculo se declara impotente y suspende su funcion. Una sensación dolorosa y local, que radica en la región donde está el músculo ó músculos que están en ejercicio nos advierte la imposibilidad de que aquellos

continuen la labor. A esta sensación es á lo que llamamos cansancio local.

Si ahora nosotros sometemos los músculos de la región donde radica la sensación dolorosa, al influjo de una corriente eléctrica, veremos como parece desaparecer el cansancio, y el grupo muscular vuelve á entrar en contracción; si seguimos el experimento, observaremos que cada vez se hace precisa mayor intensidad de la corriente para que aquellos se contraigan, hasta que apesar de la intensidad ca-

da vez mayor de esta, llegará un momento, en que los musculos se negarán en absoluto á entrar en contracción. En este caso, habremos llegado al agotamiento absoluto de la contractilidad muscular. En el primer caso, el cansancio era unicamente relativo, la fibra muscular aún podia continuar contrayendose, despues de estar sometida á la corriente eléctrica, el cansancio es absoluto, la fibra muscular ha perdido su función.

En el primer caso advertimos la negativa del musculo al contraerse, por una sensación dolorosa; no-

sotros en realidad de verdad, no lo sabemos si el musculo es susceptible de entrar en contracción ó no, nos contentamos con saber que la contracción es dolorosa, y ponemos fin al ejercicio. Y sin embargo, despues vemos, que á favor de un excitante eléctrico recobra ó continúa el músculo su función por algun tiempo mas, hasta un determinado limite; de lo que se desprende, que cuando nosotros consideramos al musculo cansado, le queda todavia contractilidad, y asi es en efecto.

Al entrar el musculo en contraccion, no cabe duda que sufre pequeños traumatismos, insignificantes rasgaduras, choques ligeros con los organos inmediatos, de modo que, podriamos decir del musculo al acabar de contraerse varias veces, que es un organo que esta contusionado, y como está sárcado de filetes nerviosos sensitivos, estos comunican á los centros los efectos del magullamiento, y de aqui la impresión subjetiva de cansancio.

Pero como el objeto, (en este caso el muslo) aun

no ha agotado su poder de contracción, resulta que sometido á otro excitante, que no sea la voluntad, sigue en funciones hasta caer en la verdadera insuficiencia; insuficiencia que es debida, á las modificaciones de estrictura á que dan lugar aquellas combinaciones químicas de que hablamos anteriormente, cuando explicábamos el origen del calor, que al tener lugar en el seno de los tejidos musculares, acumulan aquellas cenizas, aquellos productos de desecho que tambien mencionábamos, y que al ser deposit

taños en el musculo, dificultan, entorpecen, é impiden la función.

Que el cansancio muscular proviene de las modificaciones que sufre el tejido mediante el ejercicio, lo demuestran los datos suministrados por la experimentación, ya que si inyectamos músculo fatigado en un animal, cuyos musculos hayan guardado reposo, estos despues de la inyección, presentan la insuficiencia contractil de los musculos fatigados. De modo que, los productos de de-



asimilación á que dan lugar las oxidaciones activadas por el ejercicio en el seno del tejido muscular, son las que acarrean una intoxicación, que privaría de la vida al musculo si el torrente circulatorio en su incesante movimiento, no lavara los tejidos arrastrando los venenos é impurezas. De lo dicho se desprende, que el dolor subjetivo de fatiga es el aviso del organismo que advierte los peligros que pueden acarrearle, mas tarde la verdadera fatiga, de seguir el musculo en contracción; Pero ya dijimos anterior-

mente, que en las funciones mecánicas, el músculo no lo era todo; sino que, intervenía otro elemento muy importante en los movimientos; nos referimos, al sistema nervioso, sobre el que habrán de repercutir también los efectos de la fatiga, ya que siendo el excitante de la contracción muscular, cualquier resistencia que dificulte el libre ejercicio de esta en el músculo, obligará á aquél á obrar con mas energía para hacer mas fuerte la excitación, y esto ha de traer forzosamente el agotamiento nervioso ó

cansancio de la voluntad.

Por lo mismo, y dada esta íntima relación que existe entre el sistema muscular y el nervioso; hay veces que ocurren las cosas de manera opuesta á como aquí ~~la~~ ~~h~~ hemos explicado, de modo que, así como hasta ahora hemos visto que la ~~fatiga~~ empezaba en el musculo, y como consecuencia, aquella daba lugar á la del sistema nervioso, en otros casos el aplamamiento moral, la depresión de los centros nerviosos motivada por cualquier acción enervante, origi-

na á su vez un decaimiento de las fuerzas musculares, una pereza de estos á entrar en contracción, muy parecida ó casi igual, á la que produce el cansancio por la impotencia muscular.

Los que nos dedicamos á trabajos de gabinete, hemos podido apreciar perfectamente la displicencia la pereza en los movimientos á que da lugar la fatiga mental, ú el aplanamiento moral, producido por cualquier disgusto. Cuando bajo una impresión viva de una contrariedad experimentada en el ejercicio

de la profesión á que uno se dedica, ó cuando por un exceso de estudio, buscamos expansión al animo al finalizar la cotidiana tarea presenciando una representación teatral, por ejemplo; es de facil notar el cansancio que experimenta todo el organismo; al ocupar la localidad, nos sentamos desplomandonos sobre la silla y buscando exagerado apoyo en el respaldo de la misma; en los intermedios, cuando nuestros amigos nos invitan á levantarnos y á salir para darnos unas vueltas por

el salón de descanso, nos negamos á ello; si por cualquier causa nos cae al suelo la petaca, ó el pañuelo, ó el estuche de la boquilla, nos disponemos á recogerlo adoptando actitudes de cansancio mal disimulado; nos molesta tener que hacer cualquier movimiento; estamos en un caso muy parecido, al que se ha dedicado todo el día á trabajos mecánicos; decimos que nos hallamos cansados; nos parece que hemos llegado al agotamiento muscular.

Pero que en el momento, mientras tiene lugar

la representación de un acto se oiga una voz que diga fuego, y veremos, como los musculos entran en contracción, muy particularmente los de las extremidades inferiores, para toda ~~aprisa~~ abandonar el local en desenfrenada carrera, que nos aleje del sitio del peligro; movimientos musculares, que los haremos con toda diligencia y que serian imposibles de realizar si existiera de verdad el agotamiento de la contracción muscular bajo la que nos parecia estar sometidos. Los que aquí estaban cansados, no

eran los musculos, sinó los centros nerviosos, y al recibir la invitación de la amistad para salir á paseo, les producía una excitación poco intensa para que la voluntad ordenase al musculo; pero á la fuerte excitación, al pánico experimentado por la voz dada de peligro, los centros nerviosos reaccionan, y lo hacen de tal modo, que consiguen del musculo, abandone el local de espectáculos saliendo en azorada carrera.

De todas maneras, lo mismo en el caso de *fatiga nerviosa, digamos así, como en el de*



fatiga muscular, parece que el sitio que preside aquella sensación penosa que nos advierte los peligros que reportaría continuar *el* el trabajo, reside en los centros nerviosos. Esta creencia, la confirma el hecho, de que en todo movimiento inconsciente, es decir, en aquellos en que parece no tomar parte la corteza cerebral y que se hallan fuera del influjo de la voluntad, como los del corazón y de la respiración, jamás dan lugar á la sensación de fatiga.

Asi tambien en los musculos voluntarios, cuando á beneficio de la repetición por tiempo prolongado de una función mecánica, acaban por contraerse automaticamente, saliendose del circulo donde domina la voluntad, por el mecanismo que ya anteriormente explicamos, ó en aquellos casos patológicos como el histerismo corea etc, etc, en que ademas de ser prolongados los movimientos son intensos é inconscientes, la sensación de fatiga en todos ellos, no aparece ó tarda mas <sup>que</sup> la ordina-

riamente <sup>an</sup> presentarse.

Y no solo influye en la fatiga, la intervención en los movimientos, de los centros nerviosos, sino que, estamos por decir, que, el grado de fatigas se podría medir por el grado de participación que toman dichos centros en la ejecución del movimiento. Tanto es así, que los alpinistas, esos sujetos cuya diversión la constituye el escaleo de los picos mas altos de las grandes montañas, tienen por costumbre al trepar, subir uno detras de otro en for-

ma de cadena, llevando en la espalda cada uno col-  
gados especiales cartelones conteniendo grabados  
caricaturescos, que motivan á la vista del que  
va detrás, comentarios y chistes <sup>que</sup> y distraen su  
cerebro, impidiéndole fijar atención en el traba-  
jo que realiza al verificar la ascensión, y por  
consiguiente, evitando ó atenuando la fatiga. En  
cambio, un ejercicio como el de la marcha, que  
ordinariamente lo efectuamos de una manera auto-  
mática, cuando por cualquier causa se hace cons-

ciente, como ocurre cuando por los accidentes del terreno hay que fijar mas la atención, aparece mas pronto la fatiga. Por la misma razón, en las marchas militares efectuadas por la noche, deberían hacerse de jornada mas corta que las realizadas durante el dia ya que, la atención cerebral que requiere el andar á oscuras, fatiga mas que la marcha automática hecha en plena luz.

#### INTENSIDAD DEL EJERCICIO.

Acabamos de ver los efectos del ejercicio,

ocasionando la fatiga del musculo, y vamos á llamar la atención acerca de otras manifestaciones que motiva el mismo en nuestra economia, y que lo mismo que la fatiga muscular, obligan á suspender el trabajo que algun tiempo, si se quieren evitar transtornos de importancia; nos referimos, á la sofocación ó aliento de fatiga.

Este fenómeno, se caracteriza por una irregularidad en los movimientos respiratorios, así como tambien, por una gran necesidad de respirar;

ello aparece siempre, que por circunstancias especiales nos vemos precisados á desarrollar una gran cantidad de fuerza, en un pequeño espacio de tiempo. Hay determinados ejercicios, que tienen una elección extraordinaria en dar origen á esos trastornos respiratorios; una subida rápida por una escalera hasta un tercer piso, dará lugar al fenómeno: la niña que se entretiene saltando á la cuerda, se verá obligada á suspender el juego porque se hará anhelante su respiración; una carrera rápida, aun-

que no sea de gran longitud, sofocará al final á quien la practique. En todos los ejemplos que acabamos de citar, se hecha de ver un contraste, y es que la sofocación aparece y obliga á suspender el ejercicio, cuando ni el menor cansancio aún se notaba en las masas musculares; de modo que, no parece sino que los tales ejercicios, tienen una predilección por transtornar la función respiratoria, en provecho de la fatiga muscular.

¿Será quizás que esos movimientos musculares de-



bido á la forma como se realizan, ó á las relaciones que les ligan con los musculos ú otros órganos del torax, influyen sobre este alterando la función respiratoria? Si repasamos en los musculos que toman parte de los movimientos anteriormente mencionados, veremos que no tienen relación ninguna, de inserción en la caja torácica, ni tampoco al entrar en ejercicio, obligan á actitudes especiales que puedan dificultar el libre juego respiratorio. Pero en cambio, los repetidos movimientos son de

tal naturaleza, que todos ellos exigen un dispendio extraordinario de fuerza en corto tiempo.

Si nos pusieramos á averiguar el número de kilogrametros de fuerza, que desarrolla el sujeto al subir un tercer piso, en el espacio corto de tiempo conque ordinariamente se lleva á cabo la ascensión, seguramente variamos que es extraordinario. Otro tanto podriamos decir, de la niña que en un minuto eleva varias veces su cuerpo del suelo á una altura discrecional, para dar paso á la cuerda por de-

bajo de sus piés; así como no es débil la fuerza que desarrolla el individuo al impulsar el cuerpo para que avance en la carrera en breve tiempo.

De modo que, por lo que atañe á las circunstancias que podrían modificar la mecánica de la respiración, no parece encontrarse la explicación de la fatiga respiratoria, pues en el mismo fenómeno del esfuerzo, donde tiene lugar la paralización de la función respiratoria, tantas cuantas veces lo practiquemos experimentalmente, haciendo una inspiración

profunda seguida de un esfuerzo de los musculos esxi-  
radores, y retepiendo el aire en el pulmón sin que va-  
ya acompañado de ningun trabajo muscular, una vez ha-  
yamos dado salida al aire, se restablecerá la regulari-  
dad respiratoria, sin que aparezca la sofocación, bien  
al contrario de lo que ocurriría si fuera acompañado  
de intenso trabajo ejecutado en breve tiempo.

La condición precisa pues para que la sofoca-  
ción se presente, es el dispendio de mucha fuerza en  
breve tiempo; ahora que, cuando se ejecute un traba-

jo intenso en un pequeño grupo muscular, podrá ocasionar el ejercicio la fatiga del musculo, pero no aparecerá la sofocación; en cambio, un trabajo considerable distribuido entre muchos musculos, ó entre grandes masas musculares, el trabajo de todos ellos en conjunto podrá dar lugar á la sofocación, y sin embargo ninguno de los musculos que habrán intervenido en el movimiento no presentará ningún síntoma de fatiga. La sofocación es pues debida á un efecto general, es el resultado del trabajo efectuado por un grupo de

músculos, mientras que la fatiga muscular es un efecto local. Así pues, la medida fisiológica indicadora de la intensidad de trabajo a que ha estado sometido el organismo, nos la puede suministrar la sofocación. Cuando a un organismo en ejercicio, se presente la sofocación, diremos que está sometido á un ejercicio intenso, y á un ejercicio moderado, cuando dicho fenómeno no se presente.

#### DEFENSA DEL ORGANISMO CONTRA EL EJERCICIO VIOLENTO.

?Que ocurre en el organismo durante un ejerci--

cio violento, que cambios se verifican en él para que dé lugar á la sofocación, si como acabamos de ver esta no es producida por movimientos especiales, ni por actitudes particulares que puedan influir en la respiración?. La causa de la perturbación respiratoria hay que buscarla en la auto-intoxicación producida en la economía por el ácido carbónico.

La disnea, es la manifestación mas ostensible de la sofocación, de modo que, la intensidad ó frecuencia ó las dos cosas á la vez, de los movimien-

tos respiratorios, es lo que caracteriza la sofocación, y ya sabemos que esta necesidad de respirar, aparece siempre que la sangre conteniendo una cantidad exagerada de ácido carbónico é insuficiente de oxígeno, excita en el centro automático de los movimientos respiratorios, situados en los alrededores del pico del cálamus.

Decimos, que la sofocación es producida por el ácido carbónico acumulado y no por la falta de oxígeno, porque el tipo de disnea que estudiamos es



respiratorio, de modo que, la entrada del aire está perfectamente garantida y se lleva á cabo con extrema facilidad; la inspiración, no cuesta trabajo hacerla, lo que encuentra dificultades y deja una impresión de ansiedad no satisfecha en el segundo tiempo, la expiración. Además, si la disnea tuviera por causa la falta de oxígeno, una vez termina el ejercicio, la sofocación debiera desaparecer, y precisamente ocurre, que hasta después de un tiempo mas ó menos largo de reposo, el sujeto tiene necesidad de

respirar ansiosamente; prueba de que, apesar del menor consumo de oxígeno el transtorno continua, y continua hasta tanto que el ácido carbónico contenido en exceso en la sangre, deja de excitar al vulvo.

Tanto ocurre así, que cuantas veces esté aumentado en la sangre el ácido carbónico, tantas veces, se aumentará la frecuencia de los movimientos respiratorios; y al revés, en aquellos casos en los que dicho veneno esté disminuido, tambien lo estará la función respiratoria. Así durante el

sueño, cuya inacción disminuye en el individuo la producción de ácido carbónico, la respiración es lenta; en los animales invernantes, ocurre el mismo fenómeno; en estado de vigilia sienten mayor necesidad de respirar que durante el sueño invernal. Si se inyecta en las venas de un perro ácido carbónico, veremos aparecer enseguida la respiración acelerada, y si la cantidad que inyectamos es suficiente, ó repetimos en corto tiempo varias inyecciones, sin dar lugar á que el animal elimine

por las vias naturales aque ácido, le veremos morir asfixiado despues de haber presentado los fenomenos de disnea y apesar de tener libres las vias respi--ratorias, para absorber sin limitación el oxigeno del aire; asi tambien en el hombre que trabaja, el ejercicio aumenta las oxidaciones y con ellas la producción de ácido carbónico; mientras se equilibre la producción y la eliminación, por el pulmón y piel de dicho gas, la respiración seguirá su ritmo normal, pero tan pronto como aparezca en la

sangre un exceso de ácido carbónico, se producirá la necesidad de respirar con mayor frecuencia, presentándose la disnea. De modo que, la sofocación es una defensa de la economía que limpia, eliminando del organismo el principio que causa la intoxicación hemática.

Decimos que mientras se equilibre la producción y la eliminación del ácido carbónico, seguirá su ritmo normal la respiración, esto en un principio del ejercicio, porque ya se comprenderá, que

como consecuencia del trabajo, el corazón ha de latir con mayor intensidad y rapidez, esto origina mayor acúmulo de sangre en el pulmón y el cansancio de aquél, despues como consecuencia de la continua excitación del centro respiratorio por el paso del ácido carbónico, ocasionará la irregularidad automática de la respiración, y todos estos transtornos han de influir de manera que, aun siendo igual la producción de ácido carbónico por el ejercicio, ha de ocurrir por efecto del mismo trabajo que se de-

biliten los resortes que han de procurar la eliminación de aquel gas, dando el trastorno como consecuencia la presentación de la sofocación.

Comprenderemos perfectamente, despues de lo que llevamos dicho, el fenómeno que ocurre cuando un grupo muscular de poca potencia, al entrar en movimiento, dé lugar antes que á la sofocación á la fatiga local, y es porque la cantidad de ácido carbónico que se desprende por el trabajo, puede ir eliminandose sin llegar á la acumulación en el or-

ganismo, en cambio cuando las grandes masas musculares entran en movimiento, dan lugar á una producción enorme y rápida de ácido carbónico por efecto de la gran cantidad de trabajo que realizan, producción excesiva de ácido carbónico, para cuya eliminación el pulmón se declara insuficiente, dando lugar como consecuencia á que antes que el cansancio del musculo, se presente la sofocación que obliga á suspender el ejercicio. Y efectivamente, si queremos evitar transtornos de importancia al organismo,



que podrian llegar hasta el síncope, es preciso que no continuemos el ejercicio mas allá de la primera fase de la sofocación caracterizada, por la viveza en la mirada, congestión del rostro, sensación general de calor, excitación generalizada á todo el organismo; estado que, proporciona una actividad de todas las funciones saludables al cuerpo, pero que a partir de aquí, y tomando parte mas principal que hasta ahora el pulmón y el corazón, trastornarian de tal modo las funciones principales de la vida,

que convertirían el ejercicio en causa de enfermedad y aún de muerte.

MANIFESTACIONES A QUE DAN LUGAR LOS FENOMENOS QUÍMICOS PRODUCIDOS POR EL EJERCICIO EN LOS MUSCULOS.

Aunque no todos los autores están conformes en señalar cual es el cuerpo ó cuerpos á que dan lugar en el seno de los musculos, las oxidaciones activadas por el ejercicio; sin embargo parece que no es tan manifiesta la discrepancia, en reconocer que los residuos de las oxidaciones, que unos autores quie-

ren que sean el ácido carbónico y el zarcó-láctico y otros señalan á las materias extractivas como se-  
nizas y residuos de la combustión de las sustancias  
azoadas del músculo, son la causa que impide conti-  
núe contrayéndose el músculo, cuando á merced del  
ejercicio se constituyen en depósito sobre de él y  
no son arrastrados lavando el músculo por la corrien-  
te sanguínea. Hay quien añade como explicación á  
los dolores duraderos y consecutivos al ejercicio,  
observados en los músculos, que hay que buscar el

origen en las pequeñas lesiones materiales que sufren estos, como consecuencia de contracciones repetidas.

De todos modos, siempre resulta que músculo que trabaja, es órgano que produce residuos perjudiciales para su funcionalismo, elementos que le intoxican, y como ya sabemos, que en la economía entran por mucho predominando en peso las masas musculares, hay que presumir que su intoxicación repercutirá en todo el organismo, si aquellas cenizas y productos

de desecho son elaborados en gran cantidad. Recientemente los efectos de dichos venenos han sido estudiados por Mr. Lagrange, quien ha querido ver una relación de causa á efecto, entre la producción en el organismo de determinados principios, producto de las oxidaciones verificadas en seno del tejido muscular, y ciertas modificaciones experimentadas en nuestra economía.

Nadie ignora que después de una larga temporada de vida sedentaria, el primer día que el indi-

viduo se entrega á cualquier clase de ejercicio ó deporte, siente al cabo de unas horas despues de realizado el trabajo, una sensación de quebrantamiento general, de laxitud que le hace exclamar, estoy cansado, Este cansancio puede durar pocas horas y desaparecer despues de dormir la noche siguiente al que se verificó la fatiga, ó puede durar por espacio de unos dias. Así tambien, el cuadro que presenta la fatiga puede variar en la intensidad y número de sintomas. Desde el dolor local muscular llamado agujetas, has-

ta la cefalalgia, lengua saburral, fiebre intensa, agitación é insomnio, hay una serie de gradaciones que dependen no ya solo de la intensidad del trabajo rendido por el ejercicio, sinó mas bien de las condiciones especiales del sujeto. De modo que, no es el ejercicio violento lo que produce el cansancio, pues el trabajo verificado hoy y que al terminar ha dado lugar en el sujeto á los síntomas del cansancio, si lo repetimos mañana, ó segun la naturaleza del ejercicio, se repite varios días que ve-

mos la fatiga ya no aparece.

Si al mismo sujeto en el cual el ejercicio practicado durante varios días, ya no le produce cansancio, lo sometemos á un trabajo ó deporte diferente á lo ejecutado hasta aquí; veremos reaparecer los mismos fenómenos de cansancio que se presentaron el día que del reposo ó vida sedentaria se dedicó al ejercicio físico primero. De modo que, el cansancio lo vemos aparecer siempre que el sujeto hace un trabajo al cual no está acostumbrado,



ahora bien, según Mr. Lagrange, tantas cuantas veces analicemos la orina de los individuos sometidos á las anteriormente citadas pruebas, y que presenten el cuadro del cansancio, tantas veces podremos comprobar que los sedimentos uráticos, están aumentados. No se le oculta á dicho fisiólogo, la disconformidad en que andan los autores cuando se trata de afirmar si el ejercicio aumenta ó disminuye en la orina los depositos uráticos; pero él asegura, que en varios experimentos ha podido comprobar, que

despues de un ejercicio que dé origen al cansancio ha encontrado en la orina de los sujetos ~~x~~ objeto del ensayo, aumentados los depósitos uráticos, y no solo ha podido apreciar dicho fenómeno, sino que,, cuanto mayor vuelo alcanza el cuadro sintomático del cansancio, mayor cantidad y mas tiempo dura la eliminación por la orina, de aquellos residuos nitrogenados; de modo que cuanto mayor sea la resistencia á la fatiga, menor será el depósito de la orina.

Una aclaración que es preciso tener en cuenta,

hace Mr. Lagrange y que explica su rotunda afirmación, en frente de las negaciones de otros autores, que no creen posible el aumento de ácido úrico y uratos en la orina como consecuencia del ejercicio muscular; y es que, el análisis ó la comprobación, debe hacerse tres horas después de haber terminado el trabajo. De tal modo, que si se miran varias muestras de orina antes, mientras, ó después del ejercicio, los depósitos uráticos no se presentan en dicha secreción, hasta la muestra de orina que

expulsa el sujeto por lo menos tres horas despues del ejercicio. Completa sus experiencias, asegurando, que no influye para nada la mayor ó menor concentración de la orina, y que en los individuos acostumbrados á una forma de trabajo, el ejercicio nunca aumenta en la orina la cantidad de ácido úrico normal.

Se sabe que en el riñón no se forma ácido úrico, sino que éste es separado de la sangre por las células del riñon, constituyendo su paso á través del

epitelio una simple filtración. Además por lo dicho anteriormente sabemos, que los depósitos uráticos no se empiezan á ver en la orina hasta tres horas después de haber terminado el ejercicio; luego este aumento de ácido úrico, que encontramos en la orina, proviene de la sangre, y si hasta por lo menos después de tres horas de haber terminado el ejercicio, no encontramos los sedimentos en la orina, resulta que todo el organismo está sometido á una intoxicación urecémica, tanto tiempo, cuanto dure

el transcurrido desde que aparece el cansancio, hasta que se expulsan por la orina aquellos venenos azoados.

Ahora, si dejando aparte el papel poco estudiado que en la intoxicación del organismo les puede caber á los demás productos de las oxidaciones orgánicas, nos fijamos unicamente en el dato, en la relación constante entre la aparición del cansancio y la presentación en la orina del ácido úrico, y recordamos además los fenómenos á que dá lugar

un acceso de gota articular, cuyo origen como sabemos se debe al ácido úrico de la sangre contenido en exceso, habremos que declarar, que los puntos de contacto y las analogías de los cuadros sistomáticos en ambos procesos son tan parecidos, que hacen pensar si la fisio-patología, es para ambos la misma, y así como en la gota se deposita el ácido úrico en una articulación, es por la orina por donde se expulsa en el cansancio, siendo en este último caso también como en la gota, el ácido úrico el cau-

sante de la fiebre y demás trastornos que caracterizan el cansancio.

La falta de la aparición del cansancio en los individuos acostumbrados al ejercicio, se explicaría por la carencia de materiales de reserva, que el ejercicio continuado había hecho desaparecer en un principio por combustión, y que en los sujetos cuya vida es poco activa, depositándose dichos materiales en los músculos al ser quemados en las primeras fases del ejercicio, darian lugar á cenizas,



descartes y venenos que serian los que encontramos en la orina despues del trabajo.

El Dr. Lagrange, en vista de la aparición constante de los sedimentos uráticos en la orina, de los sujetos que presentan los sintomas del cansancio, quiere ver una relación estrecha entre estos dos fenómenos, y deduce que el cansancio no es más que una auto-intoxicación, producida por productos de desasimilación, entre los que juegan un importante papel el ácido úrico y uratos.

## **EL EJERCICIO COMO MODIFICADOR DE LA NUTRICIÓN.**

Acabamos de ver la serie de fenómenos fisiológicos á que dá lugar la contracción muscular, y esta cualidad del musculo, es la que resume en último resultado el ejercicio físico, de modo que en la función inherente al tejido muscular es donde encontramos la verdadera representación, el resumen del ejercicio.

En todo cuanto llevamos dicho de la contracción muscular, dos fenómenos sintetizan los sucesos; por

una parte vemos aumentados los movimientos de asimilación por medio de los elementos nuevos de que hecha mano el musculo para la reparación orgánica; y por otra parte, se facilita la desasimilación para dar materiales de combustión, á las oxidaciones aumentadas por el ejercicio, hasta el extremo de que cuando se llevan aquellas mas allá de lo que consienten los materiales alimenticios, y tejidos de reserva. las combustiones tienen lugar á expensas de los elementos que constituyen parte integrante

de nuestros tejidos. Pero en uno y otro caso, siempre resulta que cuantos cambios tienen lugar en la economía, dan por resultado el modificar la composición de la sangre.

El elemento principal que entraña los cambios, orgánicos, verificados en el seno de los tejidos, lo constituye el oxígeno; y este por los efectos que produce el ejercicio en la función encargada de adquirirlo, activando la respiración, hace que penetre en la sangre en mayor cantidad, y como se

deposita en los elementos anatómicos de los tejidos, siempre resulta que una determinada parte se fija tambien en los globulos rojos y activa su poder vital, pues una sangre rica en oxigeno, excita la vitalidad de los tejidos.

El ejercicio es tan necesario al organismo, que asi como un exceso acarrea la destrucción de los tejidos por exceso de combustiones, el defecto dá origen al depósito de materiales de reserva, que rompiendo el equilibrio nutritivo de la econo-

mia, motivan trastornos graves para la salud. El equilibrio de los intercambios orgánicos, está entre el oxígeno y la combustión de los tejidos de reserva; en un organismo sedentario, la cantidad de oxígeno absorbida, será insuficiente para excitar la vitalidad de los tejidos y órganos que lo constituyen, y como consecuencia, las funciones vitales se realizarán con cierto decaimiento y languidez; así en el corazón debilitado el menor esfuerzo le ocasionará palpitaciones; el músculo poco excitable,

se presentará tarde en la contracción; el aparato respiratorio reduciendo á un estrecho limite la excursión respiratoria, impedirá que el aire llene todas las visiculas, y que la ~~le~~ematosis se verifique con dificultad y las combustiones serán incompletas.

La falta de combustión de los tejidos de reserva, predispone al envenenamiento, á la auto-intoxicación, pues ya hemos visto que si son los principios nitrogenados los que se depositan en el organismo, al menor trabajo, darán lugar al cansancio

tanto mayor, cuanto mas grande sea el deposito y la necesidad del organismo de proceder ~~de~~ su descarte. Si los tejidos acumulables, están formados por grasa, al quemarse esta desarrollará una cantidad tan excesiva del ácido carbónico, que dará lugar á la sofocación al menor esfuerzo, aparte de las enfermedades que puede originar como son; la adiposis y gota, sino se procura cuando es tiempo, proporcionar al organismo el ejercicio que él dé por si é instintivamente reclama. El ejercicio pues tiende á regula-



rizar el funcionamiento orgánico, á buscar el equilibrio entre los fenómenos que se producen en el seno de las partículas vivientes, y por esto decimos, que es de un modificador de la nutrición.

#### C O M E N T A R I O.

De todo cuanto acabamos de consignar en los anteriores capítulos, y que no es mas que una reseña de hechos expuestos á la lijera, ya que no otra cosa nos permite la índole de este trabajo, y en cuya enumeración hemos puesto á la vista una serie de

problemas de una importancia capital para el desarrollo de nuestro cuerpo, para la conservación de la salud, y restablecimiento de la misma; así como para el desenvolvimiento de nuestras facultades, todas; deducimos de todo ello, que es preciso prestar una <sup>la</sup>mar-  
cha atención á la rama de la medicina que de todo esto se ocupa, la Educación física, para que arrebatándola de las manos del empirismo, entre en la esfera de la ciencia que es el lugar que le corresponde.

La gimnástica moderna que basa sus principios en la observación y la experiencia, las dos fuentes verdad de toda ciencia natural, es preciso que nos la hagamos nuestra, porque al medico mas que á nadie le conviene las enseñanzas que de ella puede sacar, y á la vez el mas obligado al conocimiento de sus leyes, ya que en la medicina tiene su base y fundamento. Todo lo que sea fomentar la educación física es hacer obra medica: el que cultiva la gimnástica, hace medicina, ya que aquella como ésta se proponen en su

ideal, que el hombre muera de viejo, después de haber  
vivido en plena salud psíquica y físicamente.

~~XXXXXXXXXXXX~~  
~~XXXXXXXXXXXX~~

----- C O N C L U S I O N E S . -----

1<sup>a</sup>. - El ejercicio modifica:

- a/ La forma grosor y longitud del hueso
- b/ La forma y volumen del musculo
- c/ La forma general del cuerpo
- d/ El sistema nervioso.

2<sup>a</sup>. - El fenómeno esfuerzo, es debido á la solidaridad muscular.

3<sup>a</sup>. - El agotamiento muscular, es producido por una

auto-intoxicación del musculo, que impide su contracción.

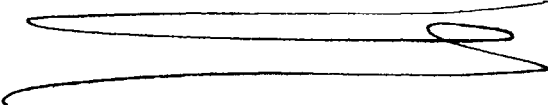
4<sup>a</sup>. - La sofocación es la media fisiológica indicadora de la intensidad y cualidad del ejercicio.

5<sup>a</sup>. - La sofocación á que dá lugar el ejercicio físico, es producida por exceso de ácido carbónico contenido <sup>la</sup> en sangre.

6<sup>a</sup>. - El cansancio consecutivo al ejercicio, sería debido á una intoxicación uricémica.

7<sup>a</sup>. - El ejercicio físico es un modificador de la nutrición, porque llevando su acción excitante á la intimidad del elemento celular, regulariza el metabolismo orgánico.

8<sup>a</sup>. - El conocimiento científico actual de los fenómenos fisiológicos á que dá lugar el ejercicio físico, eleva la Educación física á la categoría de ciencia racional.

*Epifanio Beltrán Carlin*  


Lérida Julio de 1914.

Admirable  
Medina

Juan Cármon

Admirable

Admirable  
G. Ocaña

L. Peña

Medina de febrero de 1915  
Verifico el servicio de puentes y fue  
calificado de Aprobado

Presidente  
Gómez Ocaña

El Wto.  
Al Medina

Juan Cármon

L. Peña